

lernen & lehren

Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik

Schwerpunktthema

Brennstoffzelle in beruflichen Anwendungsfeldern



Suanne Liane Buck
**Früherkennung neuer Inhalte für
berufliche Aus- und Weiterbildung -
dargestellt am Beispiel der Brenn-
stoffzellentechnologie**

Manfred Hoppe
**Brennstoffzellen-Heizgeräte in der
beruflichen Bildung**

Matthias Becker
**Wartung und Instandsetzung von
Brennstoffzellenfahrzeugen**

Klaus Hahne
**Kompetenzen und Berufe für er-
neuerbare Energien im Konzept
einer Berufsbildung für nachhaltige
Entwicklung**

Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. und der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e. V.

Herausgeber: Gottfried Adolph (Köln), Klaus Jenewein (Magdeburg), Jörg-Peter Pahl (Dresden), Felix Rauner (Bremen), Georg Spöttl (Bremen), Bernd Vermehr (Hamburg)

Schriftleitung: Waldemar Bauer (Bremen), Volkmar Herkner (Flensburg)

Kommentar: Gottfried Adolph

Heftbetreuer: Matthias Becker, Susanne Liane Buck

Redaktion: lernen & lehren

c/o Waldemar Bauer
Universität Bremen, Institut Technik und Bildung
Am Fallturm 1, 28359 Bremen
Tel.: 0421 / 218 46 33
E-mail: wbauer@itb.uni-bremen.de

c/o Volkmar Herkner
Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg
Tel.: 0461 / 805 21 62
E-mail: volkmar.herkner@biat.uni-flensburg.de

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen.

Layout: Egbert Kluitmann, Stefan Hoffmann

Verlag, Vertrieb und
Gesamtherstellung: Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Postfach 1559, D-38285 Wolfenbüttel
Telefon: 05331 / 80 08 40, Telefax: 05331 / 80 08 58

Bei Vertriebsfragen (z. B. Adressenänderungen) den Schriftwechsel bitte stets an den Verlag richten.

Wolfenbüttel 2006

ISSN 0940-7440

81

lernen & lehren

Elektrotechnik-Informatik/Metalltechnik

Inhaltsverzeichnis

Kommentar: Getrennte Welten <i>Gottfried Adolph</i>	2	Forum	
Editorial <i>Matthias Becher/Susanne Liane Buck</i>	3	Analyse der neuen Elektroberufe <i>Waldemar Bauer</i>	29
Schwerpunktthema: Brennstoffzelle in beruflichen Anwendungsfeldern		Perspektivwechsel in der zweiten Phase der Lehrerausbildung <i>Manfred Marwede</i>	39
Früherkennung neuer Inhalte für berufliche Aus- und Weiterbildung - dargestellt am Beispiel der Brennstoffzellentechnologie <i>Susanne Liane Buck</i>	4	Rezension, Hinweise, Mitteilungen	
Brennstoffzellen-Heizgeräte in der beruflichen Bildung <i>Manfred Hoppe</i>	9	Wilfried Staudt: Berufsfeld Fahrzeugtechnik <i>Matthias Becker</i>	43
Wartung und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen als Gegenstand beruflichen Lernens <i>Matthias Becker</i>	14	Bader, Reinhard/Müller Martina (Hrsg.): Unterrichtsgestaltung nach dem Lernfeld- konzept <i>Franz F. Mersch</i>	44
Kompetenzen und Berufe für erneuerbare Energien im Konzept einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung <i>Klaus Hahne</i>	20	Mitgliederversammlung der GTW	46
Praxisbeitrag		In eigener Sache <i>Bernd Vermehr</i>	46
Entwicklung von Präsenz- und multi- medialen Weiterbildungsmodulen für Praktiker in der Brennstoffzellentechnologie <i>Heike Hufnagel/Jochen Pack</i>	25	Einladung zur Mitgliederversammlung der BAG Metalltechnik	47
		Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	47
		Ständiger Hinweis und Beitrittserklärung	48

Schwerpunkt

Brennstoffzelle in beruflichen Anwendungsfeldern

Gottfried Adolph

Getrennte Welten

Die Medien melden es fast täglich: Unser Bildungssystem benachteiligt die sozial Schwachen. Dass sie in unserem Bildungssystem kaum Chancen haben, tritt also offen zu Tage. Solch offen zu Tage tretenden Sachverhalten liegen in der Regel verdeckte, aber wirkungsmächtige Strukturen zugrunde. Soll an der Benachteiligung der sozial Schwachen etwas geändert werden, genügt es deshalb nicht, mit administrativen Eingriffen die Regularien zu verändern. Man muss schon bis zu den Strukturen hinabsteigen.

Nimmt man den Sachverhalt der Benachteiligung etwas näher in Augenschein, wird schnell klar, dass die sozial Schwachen in der Regel nicht durch böse Absichten der im Schulraum Handelnden scheitern. (Dass auch das hin und wieder vorkommt, kann kaum bestritten werden.) Es liegt also in der Regel nicht am guten Willen der Handelnden. Es liegt an den Strukturen, in denen sie handeln. Die Strukturen des Handlungsraumes „Schule“ sind politisch hervorgebracht. Es ist kein Ausdruck ideologisch verzerrter Wahrnehmung, wenn man feststellt, dass in allen modernen Demokratien die sozial Starken über die größere politische Wirkungsmacht verfügen. Wenn also die sozial Schwachen sich in den Strukturen verfangen, so ist es wohl nicht falsch zu behaupten, dass die sozial Schwachen in *den* Strukturen scheitern, die die sozial Starken politisch durchgesetzt haben.

Welche inneren Kräfte sind in diesem politischen Prozess wirksam? Eltern wollen ihren Kindern die bestmögliche Zukunft sichern. Gebildete Eltern – oder realitätsnäher ausgedrückt: Eltern mit höheren Schulabschlüssen – wissen, dass die Lebenschancen heute mehr denn je von den Schulabschlüssen abhängen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass sie alle verfügbaren Mittel einsetzen, um ihrem eigenen Nachwuchs die Bildungsprivilegien zu sichern. Und da, wie immer in der Lebensrealität, nicht allen Alles in der gleichen Weise zur Verfügung steht, entsteht eine Konkurrenzsitua-

tion, ein Konkurrenzkampf um die besseren Plätze.

Vom Standpunkt des Einzelnen her gesehen sind die Chancen umso geringer, je größer die Zahl der Bewerber ist. Gelingt es also, die Zahl der Bewerber möglichst früh zum eigenen Gunsten zu verringern, ist ein großer Konkurrenzvorsprung gesichert. Und genau das geschieht. Schon am Ende des vierten Schuljahres erfolgt die große Selektion. Diese Selektion ist eine Ja-Nein-, eine Entweder-Oder-Selektion, eine Selektion mit Gewinnern und Verlierern. Die Selektion erfolgt nach dem Kriterium der Eignung. Und hier schneiden die Kinder aus dem Kreis der sozial besser Gestellten ungleich besser ab als die aus dem Kreis der schwächer Gestellten.

Wo liegen die Gründe? Hier liefern die Verfechter des jetzigen Verfahrens eine gleichermaßen plausible wie auch dumme und im Wesen falsche Erklärung: Sie unterstellen eine Begabung als Persönlichkeitskonstante. Und die ist je nach Weltanschauung von Gott oder von der Natur gegeben.

Natürlich gibt es unterschiedliche Fähigkeiten und Interessen. Aber es ist schon ein kurioser Akt geistiger Akrobatik hiervon abzuleiten, dass es von Natur (oder von Gott) her festgelegt wäre, ob ein Mensch seine Welt lieber mit seinen Händen oder lieber mit seinem Kopf begreift. Es gibt kaum etwas Dümmeres als den Versuch, die Menschen in zwei Gruppen, die der praktisch und die der geistig Begabten aufzuteilen.

Es ist hier nicht Platz und Raum, die Entwicklung dieses „Klapp-Klapp-Schemas“ aus der tradierten philosophischen und theologischen Dualität von Körper und Geist herzuleiten. (Obwohl eine nähere Beschäftigung damit manche aufklärende Erkenntnis bereithält.)

Bleiben wir also bei den aktuellen Phänomenen.

Erstens: Die frühe Selektion nach dem vierten Schuljahr basiert auf der Vorstellung von dem Vorhandensein von zwei unterschiedlichen Begabungen. Die „praktisch“ Begabten werden aussortiert, damit die „geistig“ Begabten die bestmögliche Förderung erfahren. Die „geistig“ Begabten werden als die besseren und wertvolleren Menschen wahrgenommen.

Zweitens: Bei der frühen Selektion schneiden die sozial Schwächeren schlechter ab. Obwohl bei der Begutachtung durch die Grundschullehrerinnen und -lehrer auch die soziale Herkunft (oft unbemerkt) Eingang findet, muss auch konstatiert werden, dass Kinder aus sozial schwachem Milieu am Ende des vierten Grundschuljahres nach objektiven Kriterien große Schwächen im Hinblick auf schulische intellektuelle Zumutungen aufweisen.

Woran liegt es, dass so viele Kinder aus bildungsfernen Schichten scheitern? Ein tiefer Grund liegt darin, dass sie in einer oft völlig anderen Welt aufwachsen als die Kinder aus „gutem“ Elternhaus. Wer sich etwas mit dem Entstehen von Wissen in denkenden Köpfen beschäftigt, lernt schnell, dass alles, was ein sich entwickelnder Mensch sich an Wissen aneignen kann, davon abhängt, welches Wissen er schon hat. (Deshalb müssen frisch Geborene schon über Wissensstrukturen verfügen, damit sie ihre Umwelt überhaupt erfahren können.) Wahrnehmen heißt Ordnung schaffen in dem Chaos der auf die Sinne einwirkenden akustischen, optischen und haptischen Signale. Diese Ordnung schaffende Instanz ist die vorhandene Wissensstruktur. Ohne den Prozess der ordnenden Wahrnehmung kann kein neues Wissen erworben werden. Damit wird die aktuelle Umwelt zum entscheidenden Faktor für das sich im Medium der Sprache strukturierende Wissensnetz. So wie die soziale Umwelt spricht, entwickelt sich auch das individuelle System der Wortbedeutungen. Es ist keine Theorie, sondern eine Tatsache, dass die gleichen Wörter in unterschiedlichen gesellschaft-

lichen Gruppen unterschiedliche Bedeutung haben. Und hier beginnt das Dilemma der Kinder, die in bildungsfernen Milieus aufwachsen. In Kindergarten und Grundschule werden sie mit der Sprache der besser Gebildeten überfallen und niemand kann wahrnehmen, in welche Nöte sie dadurch geraten. Weil niemand es besser weiß, werden ihre Schwierigkeiten als intellektuelle Schwächen gedeutet. Sie werden nicht dort abgeholt, wo sie sich befinden.

Und es geschieht noch etwas Wesentliches. Ihre durch Intelligenz gesteuerte Feinmotorik wird von dem Dilemma der Überforderung im Bereich der Wortbedeutungen und der davon ab-

hängigen Vorstellungswelt nicht betroffen. Im Vergleich zu den als Intelligenzschwäche gedeuteten Schwierigkeiten fällt das „praktische Geschick“ besonders auf. So entsteht der Mythos von der praktischen Begabung.

Damit stabilisiert sich der Glaube an Vernunft und Gerechtigkeit der frühen Selektion und die im Kern sich zweigliedrig darstellende Schulorganisation. Unter diesem Blickwinkel erscheint es als eine besondere soziale Leistung, für die „praktisch Begabten“ ein eigenes Schulsystem, das der Hauptschule mit der fortführenden beruflichen Schule einzurichten. Dieses zweite System erfüllt dabei drei Funktionen. Es schult die praktisch Begab-

ten, nimmt die auf, die im ersten System scheitern und eröffnet für die besonders Begabten einen zweiten Zugangsweg zum ersten System der „Gelehrtenbildung“.

Somit erscheint alles vernünftig und gerecht, und es wird verdeckt, dass die Aussonderung der sozial Schwachen durch die frühe Selektion ein Skandal mit großen menschlichen und gesellschaftspolitischen Folgen ist. Soll sich hier etwas ändern, müssen sich die Strukturen ändern. Strukturen ändern sich nur, wenn sich in den Köpfen etwas verändert. Die frühe Selektion ist unvernünftig, ungerecht und ein gleichermaßen humanes und gesellschaftspolitisches Grundübel.

Matthias Becker/Susanne Liane Buck

Editorial

Zukunftstechnologien wie die Nanotechnologie oder die Brennstoffzelle werden nicht mehr ausschließlich in Forschungsabteilungen entwickelt. Auch wenn noch viel Grundlagenforschung notwendig ist, um diesen Technologien zum durchschlagenden praktischen Erfolg zu verhelfen, werden sie bereits in verschiedenen Anwendungsfeldern eingesetzt und begegnen uns in Alltagsgegenständen wie der Schmutz abweisenden Toilette, der Wasser abweisenden Frontscheibe von Fahrzeugen (Nanotechnologie) oder als umweltfreundliche Antriebs- oder Heizquelle (Brennstoffzelle). Im Umfeld der beruflichen Bildung werden solche Technologien gerne behandelt, um ihr den Anstrich der Aktualität und Modernität zu verleihen. Vor allem in Form Technik vermittelnder Kurse im Bereich der beruflichen Weiterbildung und als multimediale Lernträger werden Zukunftstechnologien zum Gegenstand der beruflichen Bildung. Wird hier auf Vorrat qualifiziert; werden Bildungsangebote „an der Zielgruppe vorbei“ unterbreitet? Der Einzug in praktisch nutzbare Produkte führt unweigerlich zu der Frage, ob, wie, in welcher Form und in welchem Umfang Berufsausübende mit diesen Technologien konfrontiert

werden und welche Inhalte so für die Berufsausbildung relevant sind oder zukünftig werden.

In diesem Heft wird die Bedeutung der Zukunftstechnologien für die Berufsbildung aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet. Im Beitrag von SUSANNE LIANE BUCK werden die Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen untersucht und Auswirkungen auf Qualifikationsanforderungen dargestellt. Es zeigt sich, dass eine frühzeitige Beschäftigung mit Zukunftstechnologien unter Qualifizierungsgesichtspunkten dabei hilfreich sein kann, relevante Inhalte zu identifizieren, damit diese in der Berufsbildung berücksichtigt werden können. Unter Umständen lassen sich durch eine frühzeitige Qualifizierung sogar betriebliche Innovationen anstoßen sowie Markteinführung und Verbreitung unterstützen.

MANFRED HOPPE geht in seinem Beitrag auf die Bedeutung von Brennstoffzellen-Heizgeräten für die berufliche Bildung ein. Gerade im SHK-Handwerk wird deutlich, dass eine frühzeitige Auseinandersetzung mit noch kaum eingeführter Technik für dessen Akzeptanz bei Kunden und Fachkräften entscheidend sein kann. Zukunfts-

technologien setzen sich nur dann durch, wenn sie überzeugen und eine Beratung durch Fachkräfte unter Berücksichtigung des Altbewährten und Etablierten stattfindet. Informations- und Qualifizierungsbedarf werden mit Blick auf die Prognose einer langsamen Marktdurchdringung betrachtet.

Bekanntermaßen führt nicht jede technologische Innovation automatisch zu neuem Qualifikationsbedarf. Erst die Konfrontation der Berufsausübenden mit der Technik als Arbeitsgegenstand entscheidet über notwendige berufliche Kompetenzen und Gestaltungsansprüche. Mit den Veränderungen in der Facharbeit für fahrzeugtechnische Berufe durch die Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen befasst sich der Beitrag von MATTHIAS BECKER. Bisher vorliegende Erfahrungen mit der Wartung, Diagnose und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen werden diskutiert.

Mit der Frage, ob die Einführung erneuerbarer Energien zu solch veränderten Kompetenzansprüchen führt, dass gar neue Ausbildungsberufe notwendig werden, befasst sich der Beitrag von KLAUS HAHNE. Er stellt die Gestaltungs- und Systemkompetenz für eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete

Bildung in den Mittelpunkt und betrachtet die Notwendigkeit der Einführung eines Erstausbildungsberufs für erneuerbare Energien.

Wie eine zeitnahe Qualifizierung von Handwerkern und Facharbeitern für die Brennstoffzellentechnologie mit einem Mix aus multimedialen Lernträ-

gern und Präsenzseminaren – inzwischen bekannt geworden als Blended-Learning-Konzepte – in der Weiterbildung realisiert werden kann, stellen HEIKE HUFNAGEL und JOCHEN PACK in ihrem praxisbezogenen Beitrag dar.

Für die Diskussion über sinnvolles Lernen und Lehren von Zukunftstechno-

logien und diesbezügliche adäquate Herangehensweisen in der beruflichen Bildung liefern die Beiträge Anregungen und informieren insbesondere über den derzeitigen Stand der Brennstoffzelle als Gegenstand beruflichen Lernens.

Susanne Liane Buck

Früherkennung neuer Inhalte für berufliche Aus- und Weiterbildung – dargestellt am Beispiel der Brennstoffzellentechnologie

Vorbemerkung

Berufliche Bildung und zeitgemäße Qualifizierung sind wichtige Faktoren für den Erfolg von Unternehmen, zumal an die Mitarbeiter immer wieder neue Anforderungen gestellt werden, die ohne entsprechende fachliche und soziale Kompetenzen nicht erfüllt werden können. Dabei spielt die „richtige“ und zukunftsfähige Qualifikation der Mitarbeiter eine große Rolle. Eine wirksame Vorgehensweise, um rechtzeitig neue Qualifikationserfordernisse in der beruflichen Aus- und Weiterbildung berücksichtigen zu können, ist die Früherkennung von Veränderungen in der Arbeit.¹

Früherkennung von neuen Qualifikationen

Ermittlung des Qualifikationsbedarfs bei technologischen Innovationen

Hauptziel der Aktivitäten zur Früherkennung von Qualifikationserfordernissen ist es, einen Beitrag zur Modernisierung der Berufsbildung zu leisten. Offizielle Statistiken und Projektionen sind zwar für die Politik nützlich, um Entwicklungen darzustellen, jedoch für die Ermittlung neuer Qualifikationserfordernisse am Arbeitsplatz kaum geeignet. Sie müssen durch Bottom-up-Ansätze ergänzt werden, die sich auf bestimmte Sektoren, Regionen, Tätigkeitsfelder und Zielgruppen kon-

zentrieren (TESSARING 2005). Ohne Bezug zu aktuellen Entwicklungen in der Arbeitswirklichkeit ist die Ermittlung neuer Qualifikationserfordernisse nicht möglich.

Die Qualifikationsfrüherkennung nutzt verschiedene Verfahren, um zukünftige Trends zu ermitteln und daraus neue Anforderungen für Betriebe und Beschäftigte abzuleiten. Die Methoden und Verfahren der Qualifikationsfrüherkennung dürfen keinesfalls mit den Vorgehensweisen der Prognoseforschung verwechselt werden. Während die Prognoseforschung auf eine Verbesserung der Berufsbildungsplanung abzielt und auch für die Konstruktion von Ausbildungsordnungen und Curricula genutzt wird (vgl. GROLLMANN 2005), wird mit der Qualifikationsfrüherkennung beabsichtigt, neue und zukünftige Qualifikationen zu veranschaulichen und zu konkretisieren. Hierbei geht es darum, Qualifikationsentwicklungen und ihre Verläufe im Sinne einer „Qualifikationsentwicklungsforschung“ zu beobachten. Von besonderem Interesse sind Qualifikationen in Berufen, Branchen oder Arbeitsfeldern mit einer hohen Entwicklungsdynamik, denn sie liefern Hinweise auf neu entstehenden Ausbildungsbedarf. Zudem werden aber auch spezielle Zielgruppen des Arbeitsmarkts in den Blick genommen, um Hinweise auf die Entwicklung ihrer speziellen Arbeitsbereiche zu erhalten. Die Ergebnisse der Qualifikationsfrü-

herkennung bestehen dabei aus qualitativen Beschreibungen der neuen Arbeitsanforderungen und Tätigkeiten sowie dem daraus ermittelten aktuellen und zukünftigen Qualifikationsbedarf. Der Schwerpunkt der Qualifikationsfrüherkennung liegt also auf der Identifizierung zukunftsrelevanter, aber bereits vorfindbarer Entwicklungen, bei denen man von einer Relevanz für die zukünftige berufliche Bildung ausgeht. Dabei geht es um die Identifizierung wichtiger Veränderungsprozesse in der beruflichen Bildung und weniger um die Prognose wahrscheinlicher Entwicklungen (ebd.).

Die Früherkennung von Qualifikationserfordernissen ist also eine wichtige Vorgehensweise, um zukünftige Trends zu ermitteln und daraus neue Anforderungen für Betriebe und Beschäftigte abzuleiten. Turbulente Märkte, Globalisierung und kurze Innovationszyklen von Produkten tragen dazu bei, dass sowohl Unternehmen als auch Mitarbeiter kompetent sein müssen, um ihre Position auch für die Zukunft sichern zu können. Im Mittelpunkt der Qualifikationsfrüherkennung steht die Beantwortung der folgenden Fragen:

- Welche Trends und Innovationen wirken sich auf den Qualifikationsbedarf von Unternehmen und deren Mitarbeiter aus?

- Für welche Berufsgruppen, Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten werden neue fachliche und überfachliche Qualifikationen benötigt?
- Welche spezifischen Qualifikationen werden zu welchem Zeitpunkt benötigt?
- Welche Lernangebote sind geeignet, um diesen Bedarf zu decken?
- Wie kann es gelingen, Qualifikationen an einen sich entwickelnden Bedarf immer wieder anzupassen?

Technologische Innovationen rufen nicht nur in den Kernbranchen neuen Qualifikationsbedarf hervor, sondern erfordern mit zunehmender Anwendungsreife und Verbreitung ein Mitlernen der Unternehmen und Beschäftigten, die mit diesen neuen Technologien arbeiten und ihre Wertschöpfungsprozesse gestalten. Neuer Qualifikationsbedarf entsteht in der Arbeits-

praxis, wenn zur Durchführung von Arbeitsaufgaben andere Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen benötigt werden. Es kommt zu einer Lücke zwischen vorhandenen und geforderten beruflichen Kompetenzen der Mitarbeiter, die durch berufliche Aus- und Weiterbildung geschlossen werden muss. Davon sind nicht nur Mitarbeiter mit hoher Ausgangsqualifikation wie beispielsweise Meister, Techniker und Ingenieure betroffen, sondern alle Funktionsbereiche im Unternehmen, wie z. B. auch in Verkauf und Service.

In arbeitsplatznahen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass es für das Entstehen neuer Qualifikationen drei verschiedene Auslöser gibt:

- Bisherige Tätigkeitsfelder werden erweitert. Der Erwerb zusätzlicher Qualifikationen wird notwendig (z. B.

durch das Erlernen eines neuen Computerprogramms wie SAP oder die Markteinführung der Brennstoffzelle in einigen Bereichen des Handwerks).

- Verschiedene Tätigkeitsfelder verschmelzen, und es entsteht der Bedarf, Mitarbeiter mit „hybriden“ Qualifikationsprofilen einzusetzen, die zusätzlich neue Elemente enthalten (z. B. Mechatroniker/-in).
- Es entstehen gänzlich neue berufliche Arbeitsfelder wie beispielsweise in der Informations- und Kommunikationstechnologie (z. B. Informationselektroniker/-in).

Um das Entstehen von Qualifikationslücken durch technologische Innovationen – wie beispielsweise die Brennstoffzellentechnologie – zu vermeiden, ist es wichtig, parallel zur Beobachtung und Analyse von Geschäftsfel-

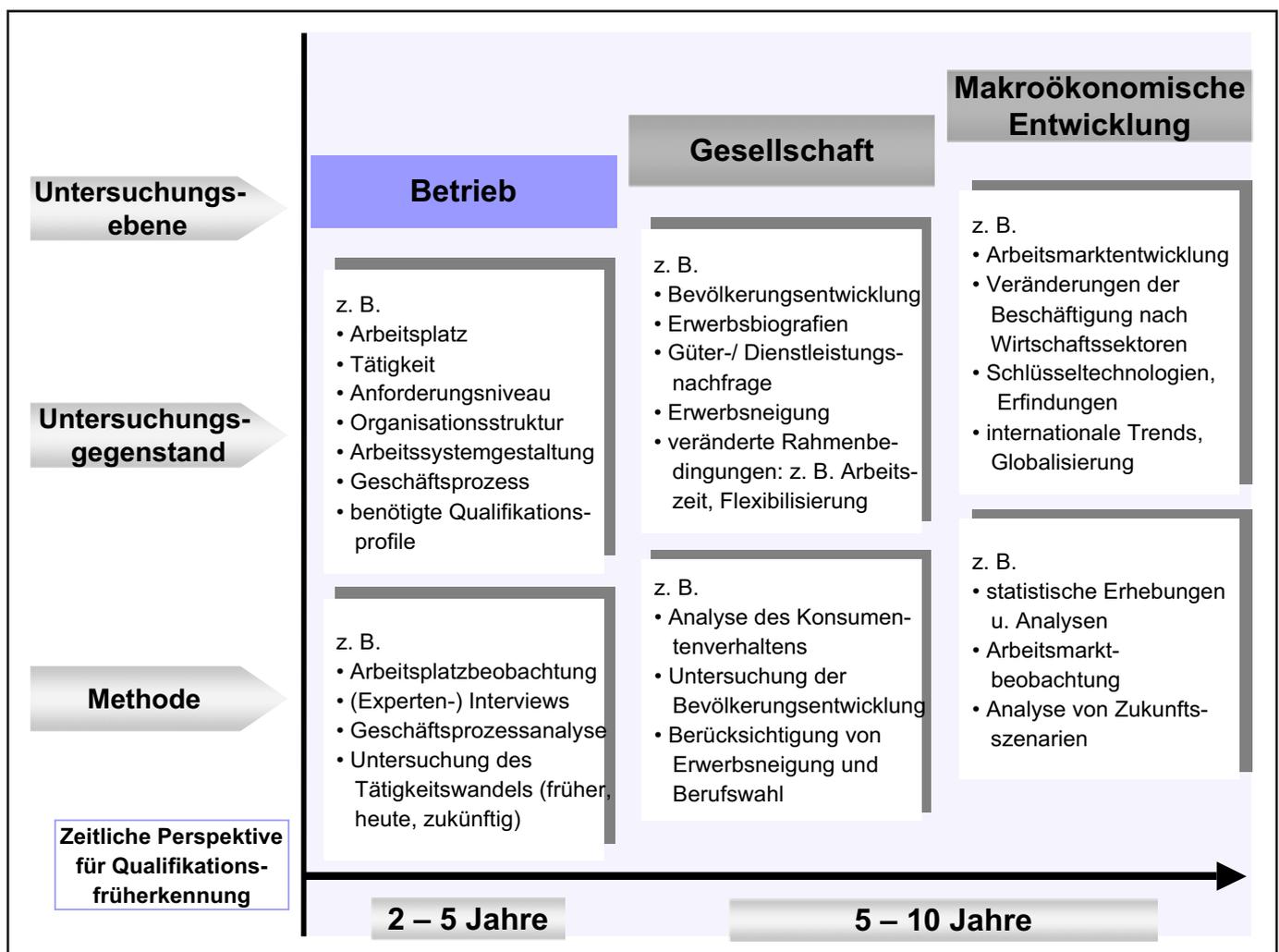


Abb. 1: Methoden und Vorgehensweisen zur Früherkennung von Qualifikationen

dern, Absatzmärkten und Verkaufszahlen auch die Qualifikationsentwicklung in der Arbeitspraxis zu untersuchen. Damit können Unternehmen die Veränderungen des zukünftigen Qualifikationsbedarfs inhaltlich und mengenbezogen abschätzen, Mitarbeiter rechtzeitig fördern und eine Verlangsamung betrieblicher Innovationen vermeiden. Die frühzeitige Qualifizierung der Mitarbeiter ist eine wichtige Variable, um Zeitverzögerungen z. B. beim Ausbau neuer Geschäftsfelder oder bei der Einführung neuer Technologien zu verhindern. Sie wird aber oftmals nicht ausreichend berücksichtigt.

Methoden und Verfahren der Früherkennung von Qualifikationen

Forschungen zur Früherkennung von Qualifikationen haben also zum Ziel, zukünftige Entwicklungen vorauszusagen, um bestehenden und zukünftigen Fachkräftemangel zu vermeiden. Durch Auswahl geeigneter Methoden und Untersuchungsebenen ist es möglich, Voraussagen für spezielle Berufsfelder, Wirtschaftszweige oder Arbeitsgebiete zu treffen (Abb. 1). Ein wichtiges Element ist die Integration quantitativer und qualitativer Verfahren zur frühzeitigen Ermittlung des Bildungsbedarfs, zur Früherkennung zukünftiger Qualifikationsanforderungen und zur Abschätzung der quantitativen Entwicklung. Von der Früherkennung zukünftigen Qualifikationsbedarfs profitieren nicht nur die Beschäftigten und die Unternehmen, sondern

auch die Akteure in den Aus- und Weiterbildungsinstitutionen und in der Berufsbildungspolitik.

Veränderungen auf makroökonomischer Ebene liefern Hinweise über Entwicklungsfelder, die vor allen Dingen durch Marktdynamik und Wettbewerb getrieben sind. Im Rahmen von Internationalisierung und Globalisierung spielen auch Entwicklungen in Wettbewerberländern eine zunehmend größere Rolle, da beispielsweise technologische Innovationen, wie u. a. die Brennstoffzellentechnologie, oder beobachtete Trends in Nachbarländern einen Einfluss auf nationale und regionale Arbeitsmärkte haben können.

Neue Qualifikationen durch Entwicklungen in der Brennstoffzellentechnologie

Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen und Stand der Entwicklung

Mit der Entwicklung der Brennstoffzelle ist eine neue Schlüssel- oder auch Querschnittstechnologie im Entstehen, die nach heutiger Einschätzung zukünftige Märkte erobern wird. Die Brennstoffzelle ist gegenwärtig die bedeutendste technologische Innovation im Bereich der Energieversorgung, die eine umweltfreundliche Art der Energieumwandlung mit sehr hohem Wirkungsgrad ermöglicht. An ihrer Verbesserung wird für die verschiedens-

ten Anwendungsgebiete intensiv gearbeitet. Es ist heute schon absehbar, dass die mit ihr verbundene umweltverträgliche Technologie auf Grund der zu erwartenden Knappheit eine wichtige Position in der Energieversorgung von morgen einnehmen wird.

Brennstoffzellen produzieren sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie. Sie sind für den Einbau in verschiedene Produkte und für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsbereichen geeignet. Je nach Anwendungsbereich unterscheiden sich die erforderlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die für den Umgang mit Anlagen und Produkten notwendig sind. Dieses liegt vor allen Dingen an der Komplexität technischer Funktionen der Peripherie, welche die Brennstoffzelle in der jeweiligen Anwendung umgibt.

Die Entwicklung von brennstoffzellenbetriebenen mobilen und stationären Anlagen ist bereits heute weit vorgeschritten. Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsarten von Brennstoffzellen betreffen z. B. sowohl PKW, Omnibusse und Nutzfahrzeuge als auch Blockheizkraftwerke, die elektrischen Strom sowie Wärme für Ein- und Mehrfamilienhäuser liefern (Abb. 2).

Die Ausstattung verschiedener Anlagen und Fahrzeuge mit Brennstoffzellentechnologie entwickelt sich dynamisch. Nach der Erprobungsphase ist mit einer breiten Markteinführung verschiedener Produkte zu rechnen. Außerdem ist zu erwarten, dass neben brennstoffzellenbetriebenen Heizanlagen eine Vielzahl von Anlagen und Produkten Serienreife erlangen und damit ein neuer Qualifizierungs- und Bildungsbedarf entstehen wird. Um dem Fachkräftebedarf in Unternehmen begegnen zu können und um einen Mangel an gut ausgebildetem Personal zu vermeiden, ist es wichtig, bereits in der Frühphase der Entstehung des Bedarfs neue Konzepte zu erarbeiten, um ein „Lernen am Kunden“ zu vermeiden.

Neue Qualifikationsanforderungen und Auswirkungen auf (Handwerks-) Berufe

Durch den Einsatz der Brennstoffzelle in unterschiedlichen Funktionsbereichen werden in der Arbeitspraxis neue

Stationäre Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • Blockheizkraftwerke, Mini-Blockheizkraftwerke • Haustechniksysteme • Not- und Hilfsstromaggregate • Signalausrüstungen • Sende-/Empfangsstationen
Mobile Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • KFZ: PKW, Zweirad, Nutzfahrzeuge, Stapler • Schiffe: Antriebssysteme, Bordversorgung
Portable Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • Laptops • Satellitentelefone • Ladegeräte • Warnblinkanlagen • Beleuchtungen • Energieversorgung (Camping, Wohnmobil)

Abb. 2: Stationäre, mobile und portable Anwendungsbereiche für Brennstoffzellensysteme

Tätigkeitsfelder entstehen, die eine spezifische Fachbildung der Mitarbeiter erfordern. Die neuen Anforderungen können durch Früherkennung von Qualifikationen aus den Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebieten der Brennstoffzellenanlagen abgeleitet und bezüglich ihrer zukünftigen Relevanz eingeschätzt werden.

Die Auswirkungen der Brennstoffzellentechnologie wurde für Qualifikationen auf Facharbeiterebene näher untersucht. Nach Durchsicht und Überprüfung von Ausbildungsordnungen als normative Beschreibungen der verschiedenen beruflichen Anforderungen wurde eine Vielzahl von Ausbildungsberufen identifiziert, die sich durch die Anwendung von Brennstoffzellensystemen verändern werden. Um jedoch detailliertere Aussagen über den zukünftigen Qualifikationsbedarf tätigen zu können, ist es notwendig zu analysieren, welche konkreten Arbeitsbereiche betroffen sind und wie weitreichend sich Veränderungen auf die benötigte Mitarbeiterqualifikation und die entsprechenden Berufe auswirken werden. Nähere Informationen dazu liefern Arbeitsuntersuchungen und betriebliche Fallstudien. Wird der aktuelle Stand der Entwicklung genauer betrachtet, so ergibt sich, dass sich – bezogen auf den Anwendungsbereich von Brennstoffzellensystemen – Arbeit und Technik besonders im Sanitär-, Heizungs- und Klima- sowie im Elektrohandwerk, im Kraftfahrzeuggewerbe und im Schornsteinfegerhandwerk verändern werden (Abb. 3).

Der Einsatz der Brennstoffzelle wird in vielen Berufen neue Qualifikationen erfordern. Im Rahmen einer Studie² wurden Einsatzfelder untersucht, in denen eine Alltags- und Langzeiterprobung innerhalb der nächsten Jahre stattfindet. Betrachtet wurden dabei

- PKW, Kleinlaster und Busse mit polymerelektrolytmembranen Brennstoffzellenanlagen (PEM),
- Mini-Blockheizkraftwerke in Ein- und Mehrfamilienhäusern mit oxidkeramischer Brennstoffzellenanlage (SOFC),
- 1-MW-Blockheizkraftwerk mit me-gaoxidkeramischer Brennstoffzellenanlage sowie

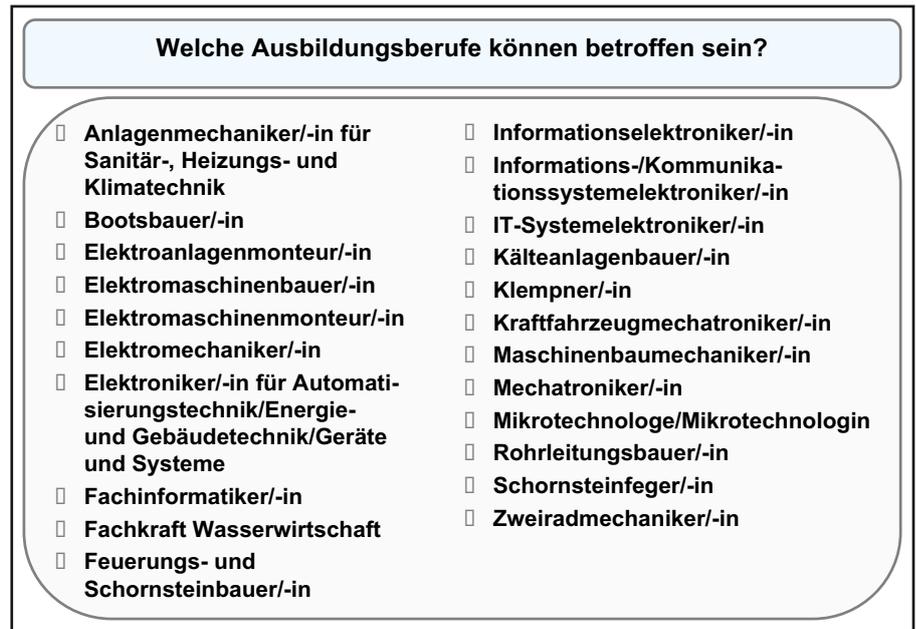


Abb. 3: Ausbildungsberufe mit möglicher Nutzung von Brennstoffzellen als Querschnittstechnologie

- Brennstoffzellenanlagen für Kraftwerke mit Erzeugung von Prozesswärme mit Carbonatschmelzbrennstoffzellenanlage (MCFC).

Neue Qualifikationsanforderungen im PKW- und Nutzfahrzeugbereich

Eine Erhebung neuer Qualifikationsanforderungen wurde für den Bereich der PKW- und Nutzfahrzeugproduktion sowie den Bereich „Service“ bei DaimlerChrysler durchgeführt. Grundlage war zunächst die Untersuchung von Brennstoffzellensystemen für die mobile Anwendung. Danach wurde zur Ermittlung der neuen Arbeitsanforderungen ein Expertenworkshop organisiert, an dem verschiedene Fachleute für Brennstoffzellenforschung, -entwicklung und -anwendungserprobung mitgewirkt haben. An diesem Workshop wurden außerdem alle für die Produktion und den Service relevanten technischen Funktionsbereiche sowie Experten der Aus- und Weiterbildung beteiligt.

Um die neuen Qualifikationsanforderungen für die Aus- und Weiterbildung ermitteln zu können, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Die aus der technologischen Entwicklung von mobilen Brennstoffzellenanlagen bereits heute absehbaren Veränderungen wurden be-

züglich der Auswirkungen auf Qualifikationsanforderungen überprüft.

- Eine Liste mit neuen Qualifikationsanforderungen für den Bereich der PKW- und Nutzfahrzeugproduktion sowie den Bereich „Service“ wurde erstellt.
- Die Liste der neuen Anforderungen wurde gemeinsam mit Experten im Rahmen eines Workshops bezüglich ihrer Relevanz für Produktion, Service sowie Aus- und Weiterbildung bewertet.

Aus einer Zusammenstellung, die im Rahmen des Workshops erstellt wurde, können die ermittelten Anforderungen und die Einschätzungen über ihre Relevanz für Produktion, Service sowie Aus- und Weiterbildung entnommen werden (Abb. 4).

Die Ergebnisse zeigen, dass bereits vor der Serienreife neuer Produkte gemeinsam mit Experten Aussagen über zukünftige Qualifikationsentwicklungen auf der Grundlage einer spezifischen Querschnittstechnologie getroffen werden können. Gespräche mit Fachleuten, die an der Entwicklung der Produktlinien von brennstoffzellenbetriebenen Fahrzeugen arbeiten, haben außerdem ergeben, dass ein dringender Bedarf für die konzeptionelle Entwicklung von Aus- und Weiterbildungsangeboten gesehen

Neue bzw. spezifische Anforderungen	Produktion	Service	Ausbildung	Weiterbildung
Arbeiten an Energiespeichern	X	X	X	X
Wissen zu den Grundlagen von Druckgasanlagen	X	X	X	X
Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse der Verschraubungstechnik an Hochdruckanlagen	X	X	X	X
Wissen über elektrochemische Grundlagen	X	X	X	X
Freischalten von Antrieben	□	X	X	X
Grundwissen über System und Transfer konventioneller Technik auf Brennstoffzellentechnik für:	X	X	X	X
- Antriebstechnik	X	X	X	X
- Regelungstechnik	X	X	X	X
Kenntnisse über Sicherheitsregeln für das Arbeiten an elektrischen Anlagen	X	X	X	X
Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse zu Arbeiten an Kühlung und Kühlsystemen	X	X	X	X
Beherrschen von Fehlerdiagnosesystemen (insbesondere Kenntnisse der Richtwerte)	-	X	X	X
Nachträgliche Einbauten in KFZ	-	-	-	X
Legende: Spalte 1: Auflistung aller relevanten neuen bzw. spezifischen Anforderungen, die von den Workshopteilnehmern und -teilnehmerinnen zum aktuellen Zeitpunkt der Entwicklung im Umgang mit Brennstoffzellen als relevant eingestuft wurden Spalten 2 bis 5: Einschätzungen, hierbei „X“ = relevant, „-“ = nicht relevant				

Abb. 4: Ergebnisse des Expertenworkshops

wird, damit eine Qualifizierungslücke vermieden werden kann.

Die im Rahmen des Expertenworkshops sowie in weiteren betrieblichen Fallstudien ermittelten Ergebnisse wurden mittlerweile spezifiziert und überprüft. Sie dienen als Grundlage für die Entwicklung von Weiterbildungsmodulen, die mittlerweile in Schulungsmaßnahmen bereits vermittelt werden. Eine wichtige Anforderung, die an die Konzeption und Durchführung von Weiterbildungsangeboten in diesem Technologiefeld geknüpft wird, ist die Berücksichtigung der dynamischen Entwicklung von Brennstoffzellenanlagen und -systemen.³

Entwicklung von Weiterbildungsangeboten

Die Fallstudien bei jenen Herstellern, Betreibern und Forschungsinstituten, die sich mit der Entwicklung und Erprobung von Brennstoffzellenanlagen beschäftigen, sahen übereinstimmend einen Bedarf für eine vorausschauende, frühzeitige Entwicklung von Weiterbildungskonzepten. Eine breite Markteinführung und -durchdringung

dieser innovativen Technologie wäre anderenfalls in Deutschland gefährdet oder zumindest behindert.

Der Hauptbedarf an Weiterbildung für den Betrieb von Brennstoffzellenanlagen wurde dabei nicht im Wissen über die Brennstoffzelle als solcher gesehen, sondern beim Anlagenwissen insgesamt. Das heißt, wichtiger ist die Einbettung einer Brennstoffzelle in eine Anlagenperipherie und ihre Applikationsumgebung. Diese Peripherie ist je nach Brennstoffzellentyp und Anwendungsfall spezifisch, erfordert so auch unterschiedliche Qualifikationen und damit spezielle Inhalte in den Weiterbildungsmodulen.

Zusätzliche Anforderungen ergeben sich beispielsweise auch aus den jeweiligen Einsatzfeldern von Brennstoffzellenanlagen. Wird eine solche Anlage etwa für Ein- und Mehrfamilienhäuser als Heiz- und Stromerzeugungsanlage eingesetzt, so sind nicht nur Qualifikationen im Bereich der Heizungsregelung notwendig, sondern beispielsweise auch für den Bereich der Regelung der Netzeinspeisung sowie u. a. für die Sicherstellung eines Dauerbetriebs unter Minimalleistung.

Je nach verwendetem Typ von Brennstoffzellen und je nach Einsatzfeld entstehen so unterschiedliche Qualifikationsanforderungen für Betrieb, Service, Wartung und Reparatur dieser Anlagen, auf die darauf abgestimmte Weiterbildungsmodulare entwickelt werden müssten.

Zusammenfassende Schlussbemerkung

Qualifikationsfrüherkennung ermöglicht es Betrieben und Mitarbeitern, besser mit strukturellen, organisatorischen und technischen Veränderungen umzugehen. Die Erkenntnisse tragen dazu bei, Qualifikationsentwicklungen frühzeitig im betrieblichen Umfeld berücksichtigen zu können und stärken damit die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit.

Das gezeigte Beispiel der Qualifikationsentwicklung im Bereich der Brennstoffzellentechnologie verdeutlicht, dass bereits vor einer breiten Markteinführung von Produkten der zukünftige Qualifikationsbedarf zumindest annähernd ermittelt sowie für Aus- und Weiterbildung aufbereitet werden kann. Nach Meinung von Experten besteht sogar die Gefahr, dass eine breite Marktdurchdringung von Brennstoffzellenanlagen ohne vorausschauende Qualifizierung von Facharbeitern und Handwerkern nicht gewährleistet werden kann.

Anmerkungen

- 1 Zukünftige Qualifikationserfordernisse in unterschiedlichen Arbeitsfeldern werden im Rahmen des Netzwerks Frequenz (Früherkennung von Qualifikationserfordernissen im Netz), das durch das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Fraunhofer IAO) koordiniert wird, untersucht. Ergebnisse können unter www.frequenz.net abgerufen werden.
- 2 Das Elektro-Ausbildungszentrum Aalen (EAZ) hat zusammen mit dem Fraunhofer IAO eine Studie über die Qualifikationsentwicklung durch den Einsatz von Brennstoffzellentechnologie und die Ermittlung von Aus- und Weiterbildungsbedarf zum Betrieb von mobilen und stationären Brennstoffzellenanlagen erarbeitet. Die Ergebnisse wurden in dem Buch „Brennstoffzelle - Herausforderung und Chance für das Handwerk“ publiziert (SCHMIDT u. a. 2002).

3 Siehe auch den Beitrag von HUFNAGEL und PACK in diesem Heft.

Literatur

BULLINGER, H.-J. (Hrsg.): Technologiemanagement. Forschen und Arbeiten in einer vernetzten Welt. Berlin u. a. 2002

GROLLMANN, P.: Prognose- und prospektive Berufsbildungsforschung. In: RAUNER, F. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld 2005, S. 123 f.

SCHMIDT, S. L.: Früherkennung von Qualifikationserfordernissen in Deutschland – das Forschungsnetz FreQueNz. In: BULLINGER, H.-J./SCHMIDT, S. L./SCHÖNMANN, K./TESSARING, M. (Hrsg.): Früherkennung von Qualifikationserfordernissen in Europa. Bielefeld 2003, S. 33-52

SCHMIDT, S. L./SCHAEZLE, W./STAUDACHER, F./PACK, J.: Brennstoffzelle – Herausforderung und Chance für das Handwerk. Ergebnisse der Studie „Aus- und Weiterbildungsbedarf zum Betrieb von mobilen und stationären Brennstoffzellenanlagen“.

Elektro-Ausbildungszentrum Aalen e. V. (Hrsg.), Aalen 2002

TESSARING, M.: Früherkennung von Qualifikationserfordernissen: europäische Aktivitäten und Perspektiven. In: SCHMIDT, S. L. u. a. (Hrsg.): Ermittlung künftiger Qualifikationserfordernisse – Forschungstransfer in Politik und Praxis. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 2005, S. 263-274

WARNECKE, H.-J./BULLINGER, H.-J. (Hrsg.): Kunststück Innovation. Berlin 2003

Manfred Hoppe

Brennstoffzellen-Heizgeräte in der beruflichen Bildung

Vorbemerkungen

Brennstoffzellen sind noch Zukunft. Wir wissen zwar, dass Brennstoffzellen grundsätzlich funktionieren, eine massenhafte und damit auch sichere Anwendung steht aber noch aus.

In Hinblick auf die berufliche Ausbildung besteht gegenwärtig auch noch kein Qualifizierungsbedarf. Gefragt ist aber das Verständnis und eine Bewertung der Brennstoffzellentechnologie, da zukünftig in der Energienutzung gravierende Veränderungen nicht nur technisch-funktional, sondern vor allem gesellschaftlich, ökonomisch und ökologisch anstehen.

Wenn man den Gesamtenergieverbrauch Deutschlands betrachtet, stellt man fest, dass es drei große Verbraucher gibt, die sich die Energie zu ca. je einem Drittel teilen: die Industrie, der Verkehr und die Haushalte. Im Folgenden wird sich auf Brennstoffzellen in der Haustechnik beschränkt.

Innerhalb der Privathaushalte werden allein 90 Prozent der Energie für die Heizung verbraucht. Wenn bei der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser durch Brennstoffzellen eingespart werden kann, hat das eine große Bedeutung für den Gesamtenergiehaushalt und die Emissionsbelastungen des Landes.

Brennstoffzellen-Heizgeräte

Marktreife von Brennstoffzellen-Heizgeräten

Manche Ankündigungen zur Markteinführung von Brennstoffzellen-Heizgeräten, die noch vor wenigen Jahren von Herstellern und Entwicklern zu hören waren, klangen derart, als ob diese sofort zur Verfügung ständen und unumgänglich dafür zu qualifizieren sei. Inzwischen weiß man, dass nicht, wie prognostiziert, bereits 2010 Brennstoffzellen-Heizgeräte erhältlich sein werden – schon gar nicht im Supermarkt, wie ein großer westdeutscher Energieversorger in einer Anzeige Glauben machen wollte. Bis zur Serienreife ist mehr Zeit erforderlich, wie die von der Initiative Brennstoffzelle (IBZ) im Rahmen des Brennstoffzellen-Bündnisses Deutschland Ende 2004 veröffentlichten Termine zeigen. Danach geht man für Brennstoffzellen-Heizgeräte von der Erprobung bis zur Marktdurchdringung von folgender Zeitleiste aus:

2005–2007: Einige 100 Brennstoffzellen-Heizgeräte (Prototypen)

2008–2010: Einige 1000 Brennstoffzellen-Heizgeräte (Vorseriengeräte)/beginnende Markteinführung

2011–2015: Einige 10.000 Systeme/Markteinführung/Demonstrationen zukünftiger Gerätegenerationen

Ab 2016: Marktdurchdringung.

Die Aussagen der IBZ, ein Zusammenschluss u. a. wesentlicher Hersteller von Brennstoffzellen-Heizgeräten, sind von Gewicht.¹ Im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen wird stehen, was daraus hinsichtlich des Informations- und Qualifizierungsbedarfs über Brennstoffzellen-Heizgeräte für Ausbildung und Handwerk folgt. Auf die Darstellung der Funktionsweise von stationären Brennstoffzellen wird hier verzichtet (vgl. LEDJEFF-HEY/MAHLENDORF/ROES 2001).

Einsatz von Brennstoffzellen-Heizgeräten

Brennstoffzellen bieten sich auf Grund ihrer vielen Vorteile als eine ökologische und ökonomische Lösung für die Energieversorgung von morgen an:

- Brennstoffzellen sind direkte Energiewandler. Sie erzeugen aus Brennstoff durch elektrochemische Umwandlung effizient Strom und Wärme.
- Die Brennstoffzelle wirkt infolge von Oberflächen-, nicht Volumenprozessen. Ihre Effizienz ist relativ unabhängig von der Systemgröße.



Abb. 1: Brennstoffzellen-Heizgerät mit integriertem Zusatzheizgerät
(Quelle: SULZER HEXIS AG)

- Brennstoffzellen haben keine bewegten Teile. Sie sind wartungsfreundlich und arbeiten nahezu geräuschlos.
- Brennstoffzellen können sehr gut für die dezentrale Energieversorgung eingesetzt werden. Netzverluste bei der Stromübertragung werden vermieden beziehungsweise

weise vermindert, Wärmeverluste wie z. B. bei Nah- und Fernwärmenetzen treten nicht auf.

- Virtuelle Kraftwerke auf der Basis von Brennstoffzellen versprechen eine flexiblere Handhabung als große zentrale Kraftwerke.
- Brennstoffzellen helfen, den Ausstoß des Klimagases CO₂ und in der Luft die Schadstoffe CO₂ und NO_x zu reduzieren.

Da in Ländern mit vergleichbarem Klima wie in Deutschland für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser sowie für die Deckung des Strombedarfs im Gebäudebestand der größte Teil der Energie gebraucht wird, kommt Brennstoffzellen-Heizgeräten in der Zukunft eine herausgehobene Bedeutung zu: Sie sind prädestiniert, Energie effizienter und flexibler zu nutzen und damit zur Reduzierung des Energiebedarfs und der Schadstoffemissionen beizutragen.

Hohe Wirkungsgrade bei direkter Energieumwandlung

Um die Unterschiede zwischen direkten und indirekten Energieumwandlungen zu erläutern, werden sie am Beispiel der Stromerzeugung miteinander verglichen.

Die indirekte konventionelle Stromerzeugung erfolgt, indem in Kraftwerken die chemische Energie des Brennstoffs (zum Beispiel Kohle oder Erdgas) über einen Verbrennungsprozess zunächst in thermische Energie umgewandelt wird. Mithilfe eines Arbeitsmediums, zum Beispiel Wasserdampf, wird diese Energie in Turbinen in mechanische Energie überführt, die anschließend einen Generator antreibt, der den gewünschten elektrischen Strom liefert – ein zwar zuverlässiges, aber umwegreiches und nicht sehr effektives Verfahren.

Bei der direkten Stromerzeugung findet in der Brennstoffzelle eine chemische Reaktion von Wasserstoff statt, die elektrische Energie, Wärme und chemisch reinstes Wasser freisetzt.

Mit der Erzeugung von Strom und Wärme gleichzeitig bietet die dezentrale Energieversorgung eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Lösung. In der Zukunft wird sie mithilfe einer Brennstoffzelle direkt im Haus

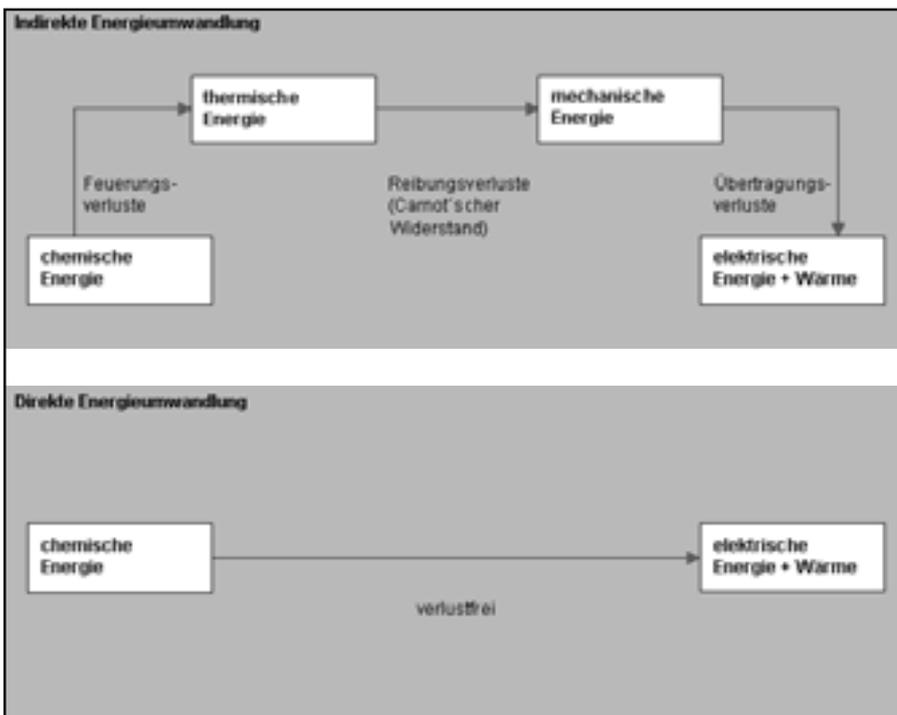


Abb. 2: Indirekte und direkte Energieumwandlung
(Quelle: MODERNLEARNING GMBH)



Abb. 3: Stationäre Brennstoffzelle der Vaillant GmbH in einem Wohnhaus (Quelle: VAILLANT GMBH)

möglich sein. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Beheizung der Räume und Warmwasserbereitung genutzt, der anfallende elektrische Strom für den Eigenbedarf verwendet, oder er kann in die Energieversorgung eingespeist werden.

Primärenergiebilanz und Emissionswerte

Üblicherweise wird der für die Haustechnik benötigte Strom in Großkraftwerken mit in der Regel weit von den Ballungsgebieten entfernten Standorten erzeugt. Die Abwärme der Kraftwerke kann deshalb nur selten ohne hohen Aufwand sinnvoll genutzt werden. Anders bei der dezentralen Stromerzeugung mit Brennstoffzellen-Heizgeräten in Gebäuden: Hier wird die entstehende Abwärme für die Beheizung der Räume und die Warmwasserbereitung eingesetzt. Das spart Primärenergie ein und reduziert die Emissionen. Eine weitere Reduktion von Kohlendioxid wird durch Verwendung des kohlenstoffarmen Energieträgers Erdgas im Brennstoffzellen-Heizgerät erreicht. Mit der Möglichkeit, zukünftig regenerativ erzeugten Wasserstoff oder aus Biomasse erzeugte Brenngase einzusetzen, kann

CO₂ dann sogar fast vollständig vermieden werden.

Der ideale Brennstoff für Brennstoffzellen ist Wasserstoff. Leider muss Wasserstoff, obwohl er chemisch gebunden massenhaft vorliegt, stets vorgängig erzeugt werden. Erdgas, für

das in Europa eine exzellente Infrastruktur besteht, hat in Form des Kohlenwasserstoff-Methans einen besonders hohen Wasserstoffanteil. Unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit kann diese Lösung aber langfristig nicht befriedigen. Für die Zukunft wird deshalb die Bereitstellung von Wasserstoff mittels regenerativer Energien angestrebt.

Betriebsstrategien

Für die Wirtschaftlichkeit von Brennstoffzellen-Heizgeräten spielt die Betriebsführung eine wichtige Rolle. Mögliche Betriebsstrategien für private Betreiber sind:

1. Wärmegeführter Betrieb
2. Stromgeführter Betrieb
3. Mischbetrieb (Kombination von 1. und 2.)
4. Einbindung in ein dezentrales Energiemanagement (DEMS).

Der Einsatz von Brennstoffzellen-Heizgeräten wird zu einer zunehmenden Dezentralisierung der Stromerzeugung führen. Wir sind es gewohnt, dass Großkraftwerke in eine ausschließlich zentral organisierte Stromerzeugung und -versorgung eingebunden sind. Die Existenz vieler Brennstoffzellen-Heizgeräte ermöglicht zwar noch nicht den Verzicht auf Großkraftwerke; dennoch wird dem dezentralen

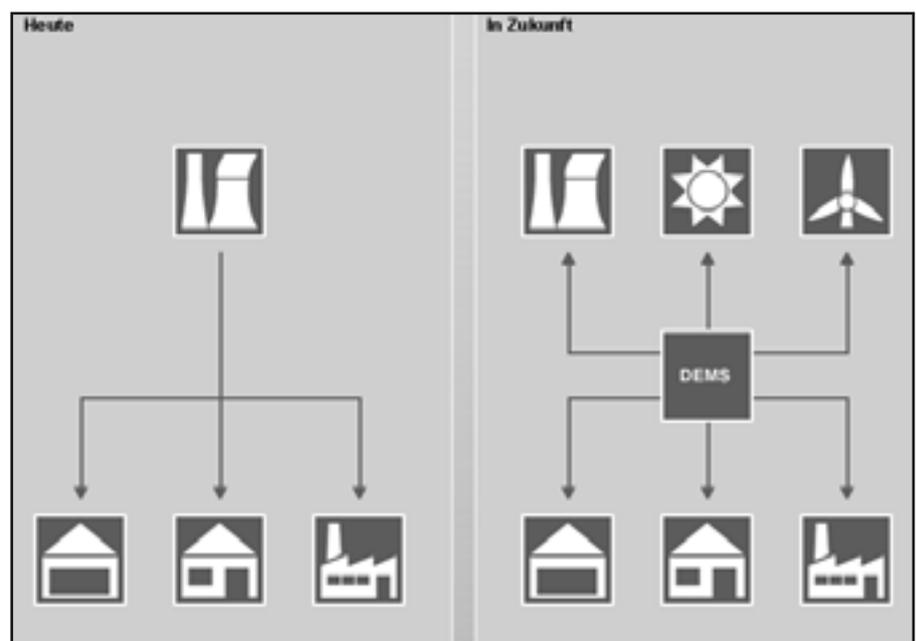


Abb. 4: Schematische Darstellung von zentraler und dezentraler Netzstruktur (Quelle: MODERNLERNING GMBH)

Energiemanagement die Zukunft gehören.

Aus dem Einsatz von Brennstoffzellen-Heizgeräten ergibt sich nicht zwangsläufig das Ende der zentralen Versorgung mit elektrischer Energie. Vielmehr bietet sich ein effizientes und flexibles System der Kombination von dezentraler und zentraler Stromerzeugung an. Die Energieversorgungsunternehmen werden es mit diesem System leichter als bisher haben, den Verbrauch in den Energiebedarfsspitzen abzudecken.

Brennstoffzellen-Heizgeräte als Thema der Berufsausbildung

Da die Brennstoffzelle als Wärme- und Stromerzeuger in vorhandene Heizungsanlagen integriert werden kann und Anschlüsse für die Stromspeisung in das Netz leicht möglich sind, ergeben sich für das Handwerk neue Aufgaben- und Geschäftsfelder. Sie gilt es, bis zur Markteinführung der Brennstoffzelle vorsorglich zu entwickeln. Ein zukunftsorientiertes Handwerk wird sich den Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft vorausschauend stellen und frühzeitig rele-

vante Ausbildungsangebote unterbreiten. Dabei geht es aber keineswegs nur um neue Inhalte und Themen, sondern vorrangig um bereits bekannte Qualifikationen und deren systematische Verknüpfung und Zusammenwirken. Für eine präventive Berufsbildung hinsichtlich der sich entwickelnden Technologie der Brennstoffzelle werden u. a. folgende Themenbereiche vorgeschlagen (vgl. dazu ausführlicher FPB 2004):

(1) Funktions- und Arbeitsweise von Brennstoffzellen

Natürlich muss auf das Spezifische der Brennstoffzellentechnologie eingegangen werden. Wichtig zu betrachten sind die naturwissenschaftlichen Grundlagen, die unterschiedlichen Bauarten der Brennstoffzellentypen, ihre Anwendungsgebiete sowie der Systemaufbau und die Baukomponenten eines Brennstoffzellenheizgerätes für die Haustechnik. Zu erörtern sind der Einfluss der Brennstoffzellen auf die Umwelt und die Lage der Energiewirtschaft. Die Vor- und Nachteile von regenerativen und fossilen Energieträgern werden dargestellt. Bei den Anwendungen werden die

Entwicklungsstände und Aktivitäten beschrieben.

(2) Optimierung von Heizungsanlagen

Brennstoffzellen-Heizgeräte werden die heutigen Wärmeerzeuger in bestehenden Anlagen ersetzen. Heizungsanlagen sind hochwertige technische Systeme, deren optimales Funktionieren die richtige Dimensionierung aller Komponenten und deren Zusammenspiel voraussetzt (GERWIN 2003). Bei Neubauten kann diese Anforderung leicht erfüllt werden. Die überwiegende Zahl der Heizungsanlagen befindet sich aber im Gebäudebestand, wo allenfalls Anpassungen an die technische Entwicklung der Wärmeerzeuger erfolgten. In der Branche wird davon gesprochen, dass mindestens 80 Prozent der Heizungsanlagen nicht den Möglichkeiten ihrer hochwertigen Komponenten entsprechend arbeiten. Die Mängel reichen vom vernachlässigten hydraulischen Abgleich über falsche Pumpenauslegung bis zur Verwendung nicht voreinstellbarer Thermostatventile.² Der von der europäischen Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (Richtlinie 2002/91/EG) ab 2006 vorgeschriebene „Energiepass“³ wird eine breitere Öffentlichkeit auf erforderliche Optimierungen von Heizungsanlagen aufmerksam machen. Optimierungsmaßnahmen bei der Integration von Brennstoffzellen-Heizgeräten in bestehende Heizungsanlagen werden notwendig sein. Es spricht alles dafür, die Optimierung von Heizungsanlagen bereits heute vorzunehmen.

(3) Mini-Blockheizkraftwerke als Hinführung zu Brennstoffzellen-Heizgeräten

Mini-Blockheizkraftwerke (BHKW) bieten heute bereits das, was Brennstoffzellen-Heizgeräte per se können: Wärme und Strom bereitzustellen. Auch wenn BHKW mit konventioneller Motorentechnik arbeiten, gehen Fachleute davon aus, dass solche Anlagen dem Handwerk bis zu 90 Prozent jener Anforderungen und Qualifikationen abverlangen, die ihm ebenso die Brennstoffzelle abfordern wird. Das ist gut nachvollziehbar, da BHKW grundsätzlich die fachgerechte Be-

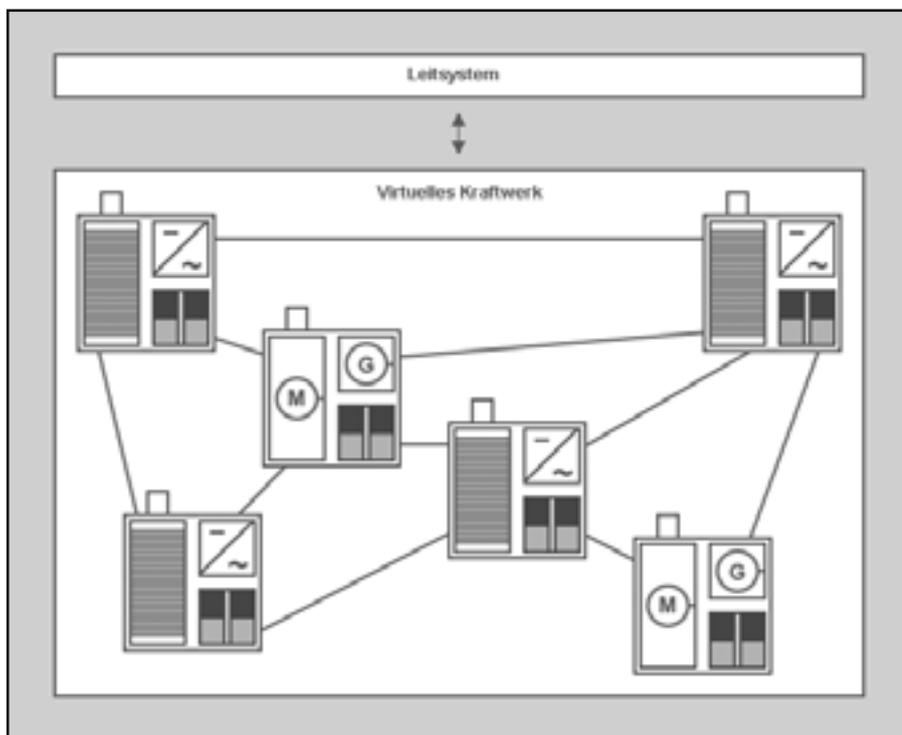


Abb. 5: Schematische Darstellung eines virtuellen Kraftwerks (Quelle: MODERN-LEARNING GMBH)

treuung der Funktionsbereiche Wärme und elektrischer Strom voraussetzen. Bereits mit dem BHKW werden vom Handwerk herkömmliche technische Grenzen überschritten und neue Anforderungen hinsichtlich Beratung, Planung, Installation, Wartung, Finanzierung, Service und so weiter erfüllt. Der heutige Schritt zum Mini-BHKW kann deshalb als ein Impuls zur zukunfts-gerechten Energienutzung einerseits und zur Hinwendung zu einem neuen Selbstverständnis des Handwerks andererseits betrachtet werden.

(4) Telekommunikation zum Nutzen von Kunden und Dienstleistern

Die Ausstattung der Brennstoffzellen-Heizgeräte mit intelligenten Kommunikationsstellen (Leitsysteme) wird Ferndiagnose, -steuerung und -wartung der Anlagen ermöglichen. Die Telekommunikation zwischen Brennstoffzellen-Heizgeräten und einer Leitzentrale wird zum Beispiel die Einstellung und Parametrierung der Anlage, die Sendung von Störmeldungen und den Empfang von Fahrplänen für das virtuelle Kraftwerk erfordern. Der Datenlage entsprechend können im Störfall dann zum Beispiel sofort die erforderlichen Ersatzteile und Werkzeuge aus dem Lager mitgenommen werden. Reparatur- und Stillstandzeiten sind auf diese Weise deutlich reduzierbar. Der Einsatz vor Ort wird sogar überflüssig, wenn einfache Einstellarbeiten am Heizungssystem zukünftig Online vom Schreibtisch aus vorgenommen werden können. Wenn ein Energiemanagementsystem den Datenaustausch steuert, kann es zum Beispiel automatisch Störmeldungen absetzen und den Störungsdienst benachrichtigen. Dieses sind alles Vorgänge, die bereits heute bei spezifischen Angeboten in der Gebäudeautomation gefordert sind.

(5) Contracting als Partnerschaftsmodell für das Handwerk

Die Bereitstellung und Lieferung von Nutzenergie ist traditionell Aufgabe der Energieversorger. Vor diesem Hintergrund ist die Markteinführung von Brennstoffzellen in der Haustechnik für das Handwerk He-

erausforderung und Chance zugleich. In Synergie mit Energieversorgern und Herstellern kann vom Handwerk mit Brennstoffzellen-Heizgeräten Strom und Wärme angeboten werden. Um die Vorteile dieser Möglichkeit für Kunden und Hausbesitzer vollständig nutzbar zu machen, muss die Anlage optimal auf die individuellen Erfordernisse abgestimmt sein. Aber auch gesetzliche Rahmenbedingungen sind zu beachten und Förderanträge zu stellen (wie zum Beispiel für die Einspeisungsvergütungen nach dem KWK-Gesetz; ARBEITSGEMEINSCHAFT o. J.).

Eine weitere neue Perspektive für Effizienzsteigerung in der Energieversorgung eröffnet die Kopplung mehrerer Brennstoffzellen-Anlagen zu virtuellen Kraftwerken. Dabei treten Energieversorger in Partnerschaft mit dem Handwerk als „Kontraktoren“ auf. Gemeinsam bieten sie den Kunden eine neue Dienstleistung an, die das Potenzial der neuen Anlagen technisch, ökonomisch und ökologisch ausschöpft. Contracting bedeutet für den Kunden Service aus einer Hand, aus der Hand des Handwerk(er)s.

Ausblick

Die Entwicklung von Brennstoffzellen für die Haustechnik ist fortgeschritten. Hersteller demonstrieren die Marktauglichkeit von Brennstoffzellen-Heizgeräten bereits in Feldtests. Auch wenn noch viel zu tun bleibt, überwiegt die Zuversicht, alsbald markt- und zukunfts-gerechte Angebote vorweisen zu können.

Für diesen momentan noch unbestimmten Zeitpunkt ist auch die Frage nach den Qualifikationen der benötigten Fachkräfte zu beantworten. Ebenso ist derzeit noch offen, wie viele Handwerker erforderlich sein werden und aus welchen Gewerken sie hervorgehen könnten. Gleichfalls im Vorfeld werden sich – abgesehen von wenigen innovativen und bereits tätigen Anbietern – Aus-, Fort- und Weiterbildungseinrichtungen, die den erwarteten Qualifizierungsbedarf befriedigen sollen, didaktisch-methodisch auf diese Nachfrage einstellen müssen.

Wichtig wird sein, ob Fachhandwerker und Kunden die neue Technik akzeptieren. Nur unter dieser Voraussetzung kann sich langfristig ein neues Geschäftsfeld eröffnen. Dass dies gelingt, ist keine Selbstverständlichkeit. In der jüngeren Vergangenheit gibt es warnende Beispiele dafür, dass neue Techniken und Produkte nur mit Verzögerungen und verbunden mit schmerzlichen Erfahrungen ihren Markt fanden. Exemplarisch dafür stehen Wärmepumpe und Brenntechnik, die sich aus unterschiedlichen Gründen nur schwer durchsetzen konnten. Daher gilt es, aus den Fehlern der Vergangenheit zu lernen und sicherzustellen, dass

- die Hersteller die Qualität und Zuverlässigkeit der Brennstoffzellen-Heizgeräte in der Haustechnik garantieren,
- die Fachhandwerker adäquate Kundenberatung und hochwertige Auftragsabwicklung gewährleisten,
- die Kunden die ökonomischen, ökologischen und technischen Vorteile der neuen Technik erkennen und sich auf sie verlassen können.

Brennstoffzellen-Heizgeräte liefern Wärme und Strom gleichzeitig. Deshalb verdienen diese Anlagen über die individuelle Nutzung hinaus großes gesellschaftliches Interesse. Wir gehen heute mit Energie wesentlich effizienter und flexibler um als in der Vergangenheit. Dies gilt nicht nur für die Erzeugung von Wärme und Strom, sondern ebenso für die Verteilung der Elektrizität. Zukünftig bieten sich deshalb Lösungen an, bei denen Brennstoffzellen-Heizgeräte als virtuelle Kraftwerke und vorhandene Stromerzeugungs- und -verteilungsstrukturen einander bei der Abdeckung von Spitzenlasten ergänzen. Das Fachhandwerk bereitet sich auf diese Zukunft dadurch vor, dass es sich zum einen mit spezifischen brennstoffzellenbezogenen Grundlagen befasst, zum anderen aber die bereits heute möglichen und in anderen Zusammenhängen systembezogenen Anforderungen praktiziert.

Anmerkungen

¹ Vgl. dazu www.initiative-brennstoffzelle.de.

² Vgl. www.optimus-online.de.

³ Über die Einführung von Energiepässen wird informiert unter: www.deutsche-energie-agentur.de.

Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.: KWK-Gesetz 2002. Grundlagen, Fördermechanismus, praktische Hinweise, Kaiserslautern o. J.

Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung der Universität Bremen (Hrsg.): Brennstoffzellen in der Haustechnik. Empfehlungen zum Informations- und Qualifikationsbedarf bei Einführung der Brennstoffzellentechnik in Handwerk und Ausbildung, Konstanz 2004

GERWIN, W.: Denken und Handeln im System. In: sbz, 3/2003

LEDJEFF-HEY, K./MAHLENDORF, F./ROES, J. (Hrsg.): Brennstoffzellen. Entwicklung, Technologie, Anwendung, Heidelberg 2001

RICHTLINIE 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 1/65 – 71

Matthias Becker

Wartung und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen als Gegenstand beruflichen Lernens

Einleitung

Die Brennstoffzelle wird inzwischen als eine der bedeutendsten Energiequellen der Zukunft gehandelt – im Fahrzeug wie in der Haustechnik. Automobil- und Lehrmittelhersteller befassen sich intensiv mit der Brennstoffzellentechnik. Längst existieren zahlreiche Arbeitsmaterialien, Bücher und elektronische Medien, die sich auch für den Unterricht eignen und sich mit der Technik, eher aber noch mit der Physik befassen. Aber was weiß man über die Wartung und Instandsetzung von Fahrzeugen, die mit Brennstoffzellen betrieben werden? Welches ist das handlungsrelevante Wissen für Schüler und Auszubildende, die dann an Brennstoffzellenfahrzeugen arbeiten sollen? Mit diesem Beitrag soll ein erster Versuch unternommen werden, den Blick auf ausbildungsrelevante Inhalte zu werfen und Situationen zu analysieren, „die für die Berufsausübung bedeutsam sind“

(KMK 2000, S. 10). Dazu werden der Entwicklungsstand von Brennstoffzellenfahrzeugen und die Bedeutung von Brennstoffzellenprojekten für die Facharbeit schlaglichtartig dargestellt. Eine Fallstudie bei der Hamburger Hochbahn AG gibt erste Einblicke in den „Werkstattalltag“ mit Brennstoffzellenbussen anhand des CUTE-Projektes.¹

Brennstoffzellenfahrzeuge in der Praxis

Anforderungen an den Einsatz

Die Brennstoffzelle hat gegenüber den konventionellen Antriebsaggregaten Otto- und Dieselmotor eine Reihe von Vorteilen, aber auch Nachteile. Das Hauptargument für den Einsatz der Brennstoffzelle ist nicht deren Wirkungsgrad, der mit bis zu 60 Prozent um rund 20 Prozent höher als bei den besten Verbrennungsmotoren liegt, sondern der Schadstoffausstoß. Brennstoffzellenfahrzeuge sind schadstoff-

frei, wenn der für den Betrieb der Zellen notwendige Wasserstoff mithilfe regenerativer Energien erzeugt wird. Daher eignen sich diese vor allem für den Einsatz in Städten, in denen die Schadstoffbelastung durch Verkehr zum Problem wird. Auch wenn der Wasserstoff aus Erdgas oder anderen fossilen Energieträgern gewonnen wird, entstehen keine Schadstoffe beim Fahrbetrieb, sondern nur bei der Wasserstoffgewinnung. Auch dort entstehen nur ca. ein Prozent der CO-, 15 Prozent der NO_x- und HC- sowie drei Prozent der SO₂-Emissionen eines Dieselmotors (PANIK/BECK 1999, S. 906 f.).

Der Einsatz von Fahrzeugen ohne Schadstoffausstoß, den so genannten Zero Emission Vehicles (ZEV), wird vor allem durch die strenge Gesetzgebung in Kalifornien forciert. Die dortige Umweltbehörde CARB² schreibt den Fahrzeugherstellern vor, wie hoch der Anteil an ZEV an allen neu verkauften Fahrzeugen sein muss (vgl. Abb. 1, CARB 2003, C-1). Völlig emissionsfrei sind derzeit nur batteriebetriebene Elektroautos, sodass als Alternative zu „reinen“ ZEV Brennstoffzellenfahrzeuge erlaubt sind. Die Abgasgesetzgebung führt dazu, dass Automobilhersteller die Serienreife von Brennstoffzellenfahrzeugen nicht erst in ferner Zukunft, sondern in den nächsten Jahren erreichen wollen, auch wenn dafür noch etliche Detailprobleme zu lösen sind und auch unter Kostenge-

Modelljahr	ZEV-Flottenanteil (mind.)	Alternativ
2005-2008	10 %	250 Brennstoffzellenfahrzeuge
2009-2011	11 %	2500 Brennstoffzellenfahrzeuge
2012-2014	12 %	25000 Brennstoffzellenfahrzeuge
2015-2017	14 %	50000 Brennstoffzellenfahrzeuge
ab 2018	16 %	

Abb. 1: Anforderungen an den Einsatz von Fahrzeugen „ohne Schadstoffausstoß“ in Kalifornien

sichtspunkten zur Vermeidung von CO₂-Emissionen die Brennstoffzelle derzeit noch keine überzeugende Lösung darstellt (Kolke 2001, S. 6). Fachleute gehen auch davon aus, dass für den Fall, dass genügend Wasserstoff zur Verfügung gestellt werden kann, dieser besser für den Betrieb von Verbrennungsmotoren genutzt werden sollte (LENZ 2004, S. 29; VDI 2005).

Nachteilig ist, dass der Gesamtwirkungsgrad von Brennstoffzellen unter Einbeziehung des Primärenergieverbrauchs kaum besser als der von Verbrennungsmotoren ist. Werden letztere mit Wasserstoff betrieben, können diese einen Wirkungsgrad von 50 Prozent erreichen. Dennoch werden derzeit neben der technischen Weiterentwicklung der Brennstoffzelle mehrere Pilotprojekte durchgeführt, in denen der praktische Einsatz erprobt wird.

Neben der Grundsatzentscheidung für Brennstoffzellenfahrzeuge, die an den Hauptkriterien „Schadstoffausstoß“, „politische Rahmenbedingungen/Gesetzeslage“, „Gesamtwirkungsgrad“ und „Kosten“ festgemacht wird, ist folgenden besonderen Herausforderungen beim Einsatz von Brennstoffzellen in Fahrzeugen zu begegnen:

- **Lebenszeit:** Die Lebenszeit für Brennstoffzellen wird derzeit mit ca. 4000 h recht optimistisch angegeben. In der Praxis reduziert sich diese Lebenszeit durch fast unvermeidbare unvollkommene Betriebsbedingungen oftmals auf weniger als die Hälfte. Betriebszeiten von zwei Jahren bis hinunter zu wenigen Monaten sind die Folge, die bei den derzeitigen Kosten für Aggregate und Service Brennstoffzellen noch nicht für den Großserieneinsatz empfehlen.

- **Zuverlässigkeit:** Neben der Brennstoffzelle müssen auch alle Aggregate vom Inverter bis hin zum Elektromotor eine „homogene“ Zuverlässigkeit aufweisen, um praktikable Serviceintervalle realisieren zu können.
- **Infrastruktur:** Das Tankstellennetz für Wasserstoff muss dicht genug sein, um eine möglichst uneingeschränkte Mobilität sicherzustellen. Die Europäische Kommission zählt auch „ausreichend ausgebildetes und qualifiziertes Personal“ (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003a, S. 31) zur noch herzustellenden Infrastruktur.

Brennstoffzellenprojekte und -antriebe

Eine Studie im Auftrag der amerikanischen Energiebehörde gibt einen Überblick über laufende Brennstoffzellenprojekte und -fahrzeuge weltweit

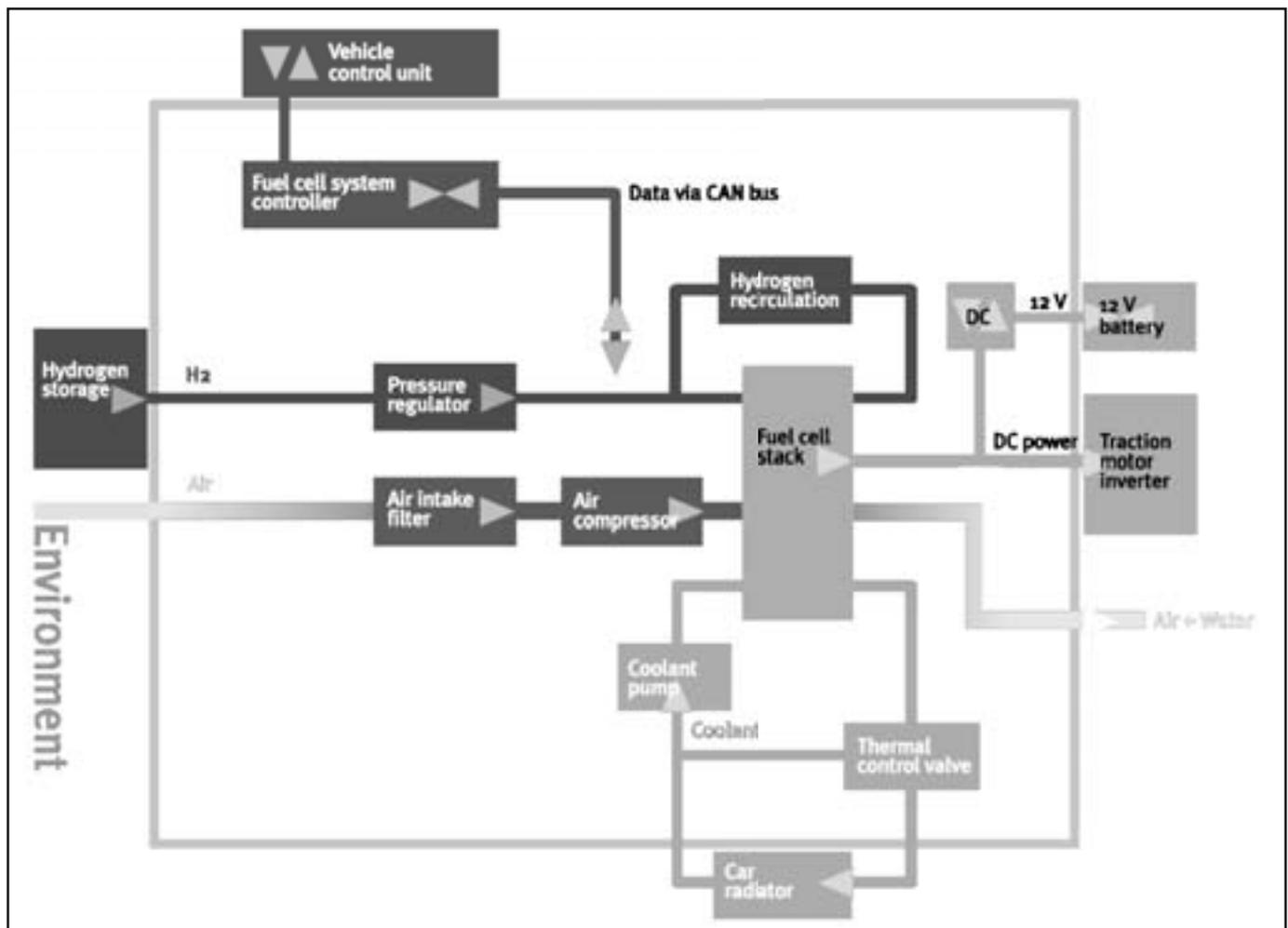


Abb. 2: Funktionsschema eines Brennstoffzellenantriebs (Quelle: BALLARD)

(DOE 2004). In Europa werden Brennstoffzellenprojekte in mehreren Ländern aus nationalen Mitteln gefördert, vor allem aber durch die Forschungsrahmenprogramme der EU (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003b, 2004). Im fünften Forschungsrahmenprogramm flossen 145 Millionen Euro in Wasserstoff- und Brennstoffzellenprojekte. Vier größere Projekte befassen sich mit der Verbesserung der Nutzbarkeit der Brennstoffzellentechnik für Fahrzeuge:

- Fuel cell Energy systems standardised for large transport, BUSES and Stationary applications (FEBUSS, 2002-2007),
- European Development of a Fuel-Cell Reduced-Emission Scooter (FRESCO, 2002-2005),
- Clean Urban Transport for Europe (CUTE, 2001-2006, vgl. <http://www.fuel-cell-bus-club.com>),
- Fuel Cell Energy in Cities (CityCell, 2003-2007).

Der Schwerpunkt im sechsten Forschungsrahmenprogramm liegt in der weiteren Verbesserung der Brennstoffzellentechnologie und insbesondere der Produktion sowie Versorgung mit Wasserstoff. Das CUTE-Projekt aus dem fünften Forschungsrahmenprogramm befasst sich mit der praktischen Erprobung von Brennstoffzellenbussen im Alltag und ist damit für die berufliche Bildung besonders interessant. Es soll daher in diesem Beitrag näher betrachtet werden.

Brennstoffzellenantrieb des Citaro-Busses

Die im CUTE-Projekt zum Einsatz kommenden Citaro-Busse sind mit Brennstoffzellen der Firma BALLARD ausgerüstet, die einen Elektromotor versorgen, der max. 225 kW Antriebsleistung liefert. Die Räder werden über ein konventionelles sechsstufiges Automatikgetriebe der Zahnradfabrik Friedrichshafen angetrieben (ZF, Eco-mat 6 HP 502).

Für den Einsatz in Fahrzeugen setzen sich Brennstoffzellen mit Proton Exchange Membranen (PEM) durch. Eine einzelne Zelle liefert im derzeitigen Entwicklungsstadium eine maximale Nennspannung von ca. 0,7 V und eine

Nennleistung in der Größenordnung von max. ca. 162 W (Seifert 2005, S. 241). Im Citaro-Bus werden in zwei so genannten Brennstoffzellen-Stacks vom Typ Ballard Mark 902 je 960 Einzelzellen in Reihe geschaltet. Die entstehende Gleichspannung wird durch einen Inverter in eine Wechselspannung umgewandelt, der den mit 600 V betriebenen Wechselstrommotor versorgt (Abb. 2).

Die Leistung der Brennstoffzellen wird mithilfe der Wasserstoffzufuhr geregelt. Für die Regelung wird eine momentengeführte Brennstoffzellensteuerereinheit eingesetzt. Die Gaspedalstellung wird in eine Momentenanforderung umgerechnet. Das Antriebsmoment entspricht einer definierten Gleichspannung des Brennstoffzellen-Stacks, die wiederum dem Luftmassenfluss durch den Stack proportional ist. Mit einem Regelventil wird der Wasserstoffdruck so eingestellt, dass der gewünschte Luftmassenfluss erreicht wird. So wird indirekt die Gleichspannung zwischen 550 und 900 V geregelt. Für die Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur von ca. 80°C sorgt die Kühlung der Brennstoffzellen-Stacks mit einem Kühlsystem, welches die entstehende Wärme an zwei große Kühler abführt, die mit Kühlventilatoren versehen sind.

Neun Wasserstofftanks des Citaro fassen insgesamt 1845 Liter Wasserstoff, was bei einem Druck von 350 bar einer Masse von ca. 40 kg entspricht. Damit ist die Einsatzfähigkeit des Busses für einen Arbeitstag gewährleistet. Die Reichweite eines Busses beträgt ca. 250 km. Für die Betankung ist ein Zeitaufwand von etwa 10 Minuten erforderlich.

Wasserstofftanks, die Brennstoffzellenmodule, das Schnittstellenmodul und weitere Systeme sind modular aufgebaut und befinden sich überwiegend auf dem Dach des Busses (vgl. Abb. 3). Dies soll die Sicherheit einerseits und die Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit andererseits erhöhen. Jede einzelne Zelle des Brennstoffzellen-Stacks wird durch einen Spannungssensor überwacht und die Spannung der Zellen wird mithilfe eines Datenerfassungssystems aufgezeichnet. Dieser Aufwand wird allerdings nur im Rahmen der Erprobung betrieben und wird im Serieneinsatz sicherlich einer kostengünstigeren Lösung weichen. Der ebenfalls überwachte Systemdruck der Brennstoffzellen beträgt etwa 2 bar.

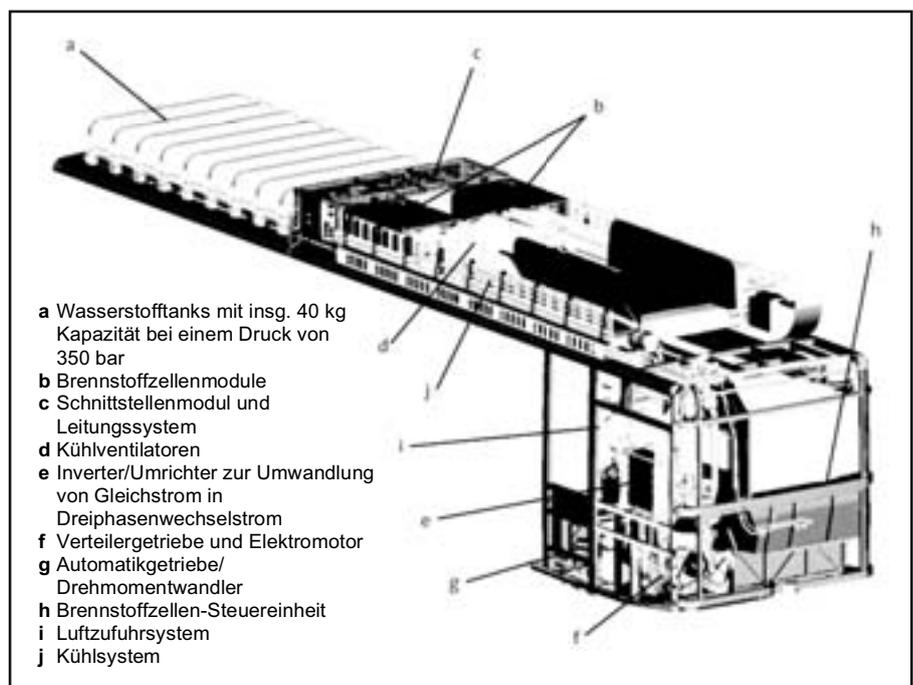


Abb. 3: Aufbau des Brennstoffzellenantriebs (Quelle: EVOBUS/BALLARD, CUTE 2004, S. 30)

Erfahrungen aus dem CUTE-Projekt

Im Rahmen des CUTE-Projektes wird der Einsatz von 27 Citaro-Brennstoffzellenbussen im Nahverkehrsbereich großer europäischer Städte erprobt. In Hamburg fahren drei dieser Busse im Linieneinsatz, um Erfahrungen mit dem Alltagsbetrieb, der Betankung sowie der Wartung und Instandsetzung zu sammeln. Im Juni 2005 bestand die Möglichkeit, bei der Hamburger Hochbahn AG, auf deren Betriebshof die Wartungsarbeiten durchgeführt werden, eine Fallstudie durchzuführen, um Hinweise auf veränderte Anforderungen an die Facharbeit zu erhalten.

Fallstudie: Hamburger Hochbahn AG

Die Fallstudie wurde unter Verwendung der folgenden Leitfragen durchgeführt:

Wartung:

- Was muss überhaupt an einem Brennstoffzellenfahrzeug gewartet werden?
- Wie sieht ein typischer Wartungsablauf aus?
- Welche Wartungsintervalle kristallisieren sich derzeit heraus?
- Wie komplex ist die Wartung und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen? (Werkzeuge, Arbeitsabläufe, Dokumentationen, Herstellerunterstützung, Anforderungen durch gesetzliche Regelungen und Arbeitssicherheit)
- Wird die Wartung und Instandsetzung durch „Kfz-Mechatroniker/-innen“ machbar sein oder ist eine Ingenieursqualifikation erforderlich? Welche Zusatzqualifikationen sind notwendig?
- Welche Arbeiten an den Fahrzeugen werden durch den Einsatz von Brennstoffzellen nicht beeinflusst; welche werden beeinflusst?

Diagnose und Serviceszenarien:

- Welche Probleme treten im laufenden Betrieb auf und wie werden diese gelöst?
- Welche Rolle spielen elektronische Systeme zur Wartung und Diagno-

se beim Zugang zu Brennstoffzellenfahrzeugen?

- Gibt es Wartungsrichtlinien? Von wem kommen diese (Brennstoffzellenhersteller/Automobilhersteller)?
- Sind die Kundendienstabteilungen der Automobilhersteller bereits mit dem Thema „Wartung, Diagnose und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen“ befasst?

Wartung an Brennstoffzellenfahrzeugen

Wartung und Instandsetzung der Brennstoffzellenfahrzeuge werden in Hamburg durch ein Team aus zwei Mitarbeitern durchgeführt. Dieses setzt sich aus einem Kfz-Meister und einem Diplomingenieur (Chemie) zusammen. Beide Mitarbeiter bezeichnen sich selbst als „überqualifiziert“ für die normale Wartung und Instandsetzung der Fahrzeuge. Sie haben die notwendigen Spezialkenntnisse und Fertigkeiten in einem 5-wöchigen Lehrgang der Firma Ballard erworben, der sich auf das Antriebssystem beschränkte. Nicht an allen Standorten des CUTE-Projektes sind die Mitarbeiter so hoch qualifiziert. Nach Einschätzung der Mitarbeiter sind die Wartungsarbeiten von Kfz-Mechatronikern durchführbar – auch die brenn-

stoffzellenspezifischen. Lediglich die in der derzeitigen Pilotphase anfallenden Dokumentations- und Analyseaufgaben, wie die Auswertung der durch den Datenlogger (vgl. Abb. 6) aufgezeichneten Spannungsverläufe an den Brennstoffzellen, erfordern höhere Qualifikationen, die den Einsatz derart qualifizierten Personals rechtfertigen. Etwa ein Drittel der gesamten Arbeitszeit entfällt auf Dokumentationsaufgaben, um die Erfahrungen im Piloteinsatz aufzuzeichnen. Tauchen komplexere Probleme auf, so betreten die Mitarbeiter meist Neuland und sind in Einzelfällen darauf angewiesen, Ingenieure aus den verschiedenen Unternehmen der Teilsysteme oder des Antriebssystems hinzuzuziehen.

Die Wartungsarbeiten an Brennstoffzellenbussen unterscheiden sich zunächst nicht von denen an konventionellen Bussen. Unterschiede ergeben sich zwangsläufig im Bereich der Aufrechterhaltung der Wasserstoffversorgung und der Herstellung der System-sicherheit. Hier stellen sich Überwachungsaufgaben als Besonderheit heraus. Überwacht werden muss beispielsweise in regelmäßigen Abständen die Funktion der Wasserstoffsensoren, die ein unerwünschtes Entweichen von Wasserstoff vermeiden sol-



Abb. 4: Demontage einer der Kühlventilatoren auf dem Dach des Brennstoffzellenbusses

len. Im Rahmen einer typischen Wartung wird die Befeuchtung der Filtersysteme für die Brennstoffzellen geprüft (alle 160 h/ca. 10000 km) sowie eine Leckageprüfung des Niederdruckbereichs durchgeführt (alle 320 h/ca. 20000 km). Diese beiden Arbeiten werden auch nach Ende der Pilotphase regelmäßig notwendig sein. Für die Durchführung der Wartungsarbeiten stellt der Hersteller des Antriebssystems Ballard ein Handbuch zur Verfügung, welches in einem Aktenordner Platz findet, was angesichts der inzwischen notwendigen Informationsmengen im Kfz-Gewerbe einen erstaunlich geringen Umfang ausmacht.

Die Wartung und Instandsetzung der Brennstoffzellenbusse wird in einer speziellen Halle durchgeführt, die mit Wasserstoffüberwachungssensoren ausgerüstet ist. Steigt die Wasserstoffkonzentration über ein bestimmtes Maß, öffnen sich automatisch Belüftungsklappen, sodass der Wasserstoff aus der Halle entweichen kann. Arbeiten an Brennstoffzellenfahrzeugen werden vor der Wiederbetankung mit Wasserstoff durchgeführt, um Sicherheitsrisiken zu minimieren. Zu beachten sind bei Wartungsarbeiten auch Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (vgl. BGV D2 1999).

Zwei der drei in Hamburg eingesetzten Busse befinden sich stets im Einsatz, während der dritte Bus gewartet oder für Dokumentationszwecke analysiert wird. Wartungsarbeiten beziehen sich dabei häufig auf Montage- und Demontearbeiten, um Aggregate und Systeme, die sich noch im Entwicklungs- bzw. Erprobungsstadium befinden, zu tauschen oder zu modifizieren (vgl. Abb. 4).

Wartungsprobleme ergeben sich im Winter, wenn durch Beheizung der Anlagen ein Einfrieren der Brennstoffzellen auf Grund von betriebsbedingten Restfeuchtigkeiten verhindert werden muss. Für die Herstellung einer echten Wartungsfreiheit im Alltagsbetrieb liegt hier noch erheblicher Forschungsbedarf.

Diagnose und Serviceszenarien

Interessant ist vor allem, welche besonderen Probleme beim Betrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen auftreten und welche Herausforderungen sich dabei ergeben. Die Erfahrungen in Hamburg zeigen, dass Brennstoffzellenbusse eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Im Alltagsbetrieb sind während einer Laufzeit von über 100000 km bzw. 2000 Betriebsstunden sieben ernsthafte Probleme aufgetreten, die ein Einschleppen in den

Betriebshof notwendig machten. Nur einmal war die Brennstoffzelle Ursache, wobei es sich um ein Wasserbalance-Problem handelte und der Bus vorsorglich abgestellt wurde. Fünfmal trat ein Defekt des Inverters auf und einmal war der Elektromotor die Problemursache.

Für die Diagnose kristallisieren sich prinzipielle Vorgehensweisen heraus, die Ähnlichkeiten mit Grundüberlegungen bei der Diagnose von Verbrennungsmotoren aufweisen. Eine in der beruflichen Praxis zur Anwendung kommende „Grundregel“ bei der Diagnose von Brennstoffzellen betrifft die formelhafte Frage nach Grundbedingungen für deren Funktion:

1. Wasserstoff (Wasserstoffversorgung sicherstellen bzw. überprüfen),
2. Luft (Luftversorgung sicherstellen bzw. überprüfen),
3. Feuchte (Befeuchtung der Brennstoffzelle sicherstellen bzw. überprüfen).

Das Wasserstoffsystem muss in regelmäßigen Abständen (Start, Abstellen, in periodischen Abständen während des Betriebs) mithilfe eines so genannten „purge diffusers“ gespült werden (CUTE 2004, S. 32), um die Wassertropfenbildung auf der Anodenseite der Brennstoffzellen zu vermeiden. Dabei tritt Wasserstoff in die Umgebung aus. Die Überwachung der Austrittskonzentration (<25 % der Explosionsschwelle) und der Prozessabläufe wie dieses Spülvorgangs stellen besondere Herausforderungen an die Diagnose dar.

Die meisten Diagnoseprobleme unterscheiden sich jedoch kaum von denen an konventionellen Fahrzeugen. So sind z. B. für zu hohe Betriebstemperaturen des Brennstoffzellenantriebs Defekte am Kühlsystem verantwortlich, die wie bei konventionellen Fahrzeugen aufgespürt werden können, auch wenn das Kühlsystem für Brennstoffzellen eine andere Funktion hat. Wichtig ist ein Verständnis des Gesamtsystems des Brennstoffzellenantriebs, weniger Detailkenntnisse über die Physik der Brennstoffzelle. Vielfach sind es Probleme wie eine defekte Kühlmittelpumpe, die zu diagnostizieren sind (vgl. Abb. 5). Am häufig-



Abb. 5: Bruch der Welle einer Kühlmittelpumpe

sten sind derzeit Heizprobleme, Probleme mit zu hohen Kühltemperaturen, Probleme mit dem Inverter und Probleme mit dem TCP/IP-Controller.

Für die Steuerung und Regelung des Brennstoffzellenantriebs ist eine recht komplexe Regelungselektronik erforderlich, die über ein On-Board-Diagnosesystem verfügt. Auf dieses kann mithilfe eines Human Machine Interface (HMI) zugegriffen werden, das den Charakter einer Prozessüberwachung hat. Mithilfe eines PCs, der über eine Schnittstelle der Steuereinheit (Abb. 6) angeschlossen wird, können verschiedene Teilprozesse visualisiert und Betriebsdaten angezeigt werden. Die wichtigsten überwachten Systeme sind hier das Kraftstoffsystem, das Kühlsystem und die Brennstoffzelle. Jedes Teilsystem wird auf dem PC auf einer eigenen Bildschirmseite symbolisch in einem Geräteschaltplan dargestellt. Die Betriebsdaten sind den Gerätesymbolen zugeordnet und können dort abgelesen werden. Diese Darstellungsweise ermöglicht einen systembezogenen Diagnosezugang, der in der späteren betrieblichen wie schulischen Praxis von hohem Nutzen sein kann.

Wartung, Diagnose und Instandsetzung von Brennstoffzellenfahrzeugen und die Sicherung sowie Aufbereitung entsprechenden Wissens für Kfz-Mechatroniker bilden nicht den Schwerpunkt im CUTE-Projekt. Durch den Alltagsbetrieb werden aber wichtige Erkenntnisse hierzu gewonnen, die nach Abschluss des Projektes Mitte 2006 Grundlagen für die Entwicklung von Aus- und Weiterbildungs-konzeptionen bieten können, die sich für den Einsatz in der beruflichen Bildung eignen.

Ausblick

Am Beispiel des Einsatzes von Brennstoffzellen in Fahrzeugen lässt sich zeigen, dass einem Automatismus gleichend Ansätze für die Aus- und Weiterbildung den technologischen Entwicklungsüberlegungen entnommen werden. Die Vielfalt der an der Physik, der geschichtlichen Entwicklung, der gesellschaftlichen Bedeutung oder der technischen Funktion orientierten Materialien für den Unterricht belegt dies (etwa BMW 2001, HOCHBAHN 2004). Für handlungsorientierte Unterrichtskonzepte werden

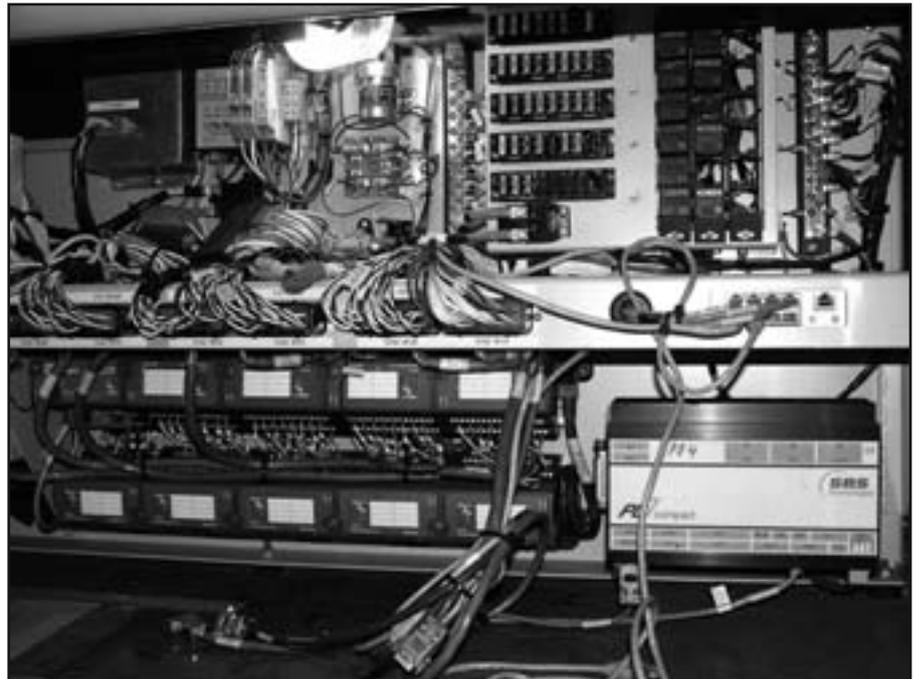


Abb. 6: Steuereinheit und Datenlogger

Brennstoffzellenmodelle entwickelt und von Lehrmittelherstellern angeboten, mit denen zwar physikalische und auch technische Phänomene der Brennstoffzellentechnik behandelt werden können, nicht aber berufstypische Situationen zum Unterrichtsgegenstand gemacht werden. Einen Überblick zu Brennstoffzellen für solche Ausbildungszwecke gibt eine Zusammenstellung der Initiative Fuelcells (FUELCELLS 2003). Für die berufliche Bildung wird die Auseinandersetzung mit der praktischen Erprobung von Zukunftstechnologien wie der Brennstoffzelle immer wichtiger, um frühzeitig geeignete Ansatzpunkte für die Entwicklung von geeigneten Unterrichtskonzepten zu finden. Berufliche Handlungssituationen und Aufgabenbereiche wie die Wartung, Diagnose und Instandsetzung sollten in Zukunft früher ermittelt und analysiert werden. Erprobungsprojekte wie CUTE eignen sich hierfür bestens, wenn sie Einblicke in die Arbeitspraxis gewähren. Die Hamburger Mitarbeiter des CUTE-Projektes zeigen jedenfalls große Offenheit und wundern sich zum Teil über das zurückhaltende Interesse von Lehrkräften.

Anmerkungen

¹ CUTE (Clean Urban Transport for Europe) ist ein Erprobungs- und Demonstra-

tionsprojekt im Rahmen des fünften Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union. Mit einer Fördersumme von 18,5 Mio. Euro wird in den Jahren 2001 bis 2006 der Einsatz von Nahverkehrsbussen in neun europäischen Städten (Amsterdam, Barcelona, Hamburg, London, Luxemburg, Madrid, Porto, Stockholm, Stuttgart) erprobt.

² CARB: California Air Resources Board. Die kalifornische Umweltbehörde nimmt bei Initiativen zur Luftreinhaltung im Verkehr eine weltweite Führungsrolle ein. Mit der Einführung des Federal Clean Air Act im Jahr 1963 (Bundes-Immissionsschutzgesetz von 1974), des Inspection/Maintenance Smog Check Tests im Jahr 1973/1982 (Abgassonderuntersuchung von 1985), der OBD-II für Fahrzeuge ab 1994 (E-OBD ab dem Jahr 2000) war die kalifornische Behörde stets Vorreiter für deutsche oder europäische Initiativen.

Literatur

BGV D2: Unfallverhütungsvorschrift „Arbeiten an Gasleitungen“. Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft 1999, http://www.nmbg.de/download/informationen/inf_vorschr_nmbg/pdf/bgv_d_02.pdf (Stand: 5.8.2005)

BMW: H2-Mobilität der Zukunft. Unterrichtsprojekt zum Thema Wasserstoff in Sekundarstufe 1 und 2, München 2001

- CARB: California Exhaust Emission Standards and Test Procedures for 2005 and Subsequent Model Zero-Emission Vehicles. CARB 2003, http://www.arb.ca.gov/msprog/levprog/cleandoc/clean_2003_zev_tps.pdf (Stand: 27.7.2005)
- CUTE: Clean Urban Transport for Europe. Hydrogen Supply Infrastructure and Fuel Cell Bus Technology. Ulm, EvoBus 2004
- DOE: Fuel Cell Vehicle World Survey 2003. Report sponsored by U.S. Department of Energy (DOE). Washington, Breakthrough Technologies Institute 2004, <http://www.fuelcells.org/info/charts/vehiclestudy.pdf> (Stand: 27.7.2005)
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: Wasserstoffenergie und Brennstoffzellen – Eine Zukunftsvision. Luxemburg, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 2003a
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: European Fuel Cell and Hydrogen Projects 1999-2002. Luxemburg, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 2003b
- EUROPÄISCHE KOMMISSION: European Hydrogen and Fuel Cell projects (6th framework programme). Luxemburg, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 2004
- FUELCELLS: Fuelcells for Education. Fuelcells 2000, 2003, <http://www.fuelcells.org/info/charts/Education.pdf> (Stand: 27.7.2005)
- HOCHBAHN: Hamburg kommt an mit Wasserstoff! – Schulmaterialien. Hamburg, Hamburger Hofbahn AG (Hrsg.) 2004
- KMK: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Bonn, Stand: 15.09.2000
- KOLKE, R.: Car of the Future – Das Spannungsfeld zwischen umweltpolitischer Notwendigkeit und Selbstzweck. Alternative Antriebssysteme im Automobil, 3. EUROFORUM, Fachkonferenz für die Automobilindustrie, München, 21.-22. März 2001
- LENZ, P.: Zukünftige Automotoren im Spiegel der Entwicklung von 35 Jahren. TU Wien, Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik 2004
- PANIK, F./BECK, D.: Brennstoffzellen als Lösung für saubere Automobilantriebe. In: BARGENDE, M./WIEDEMANN, J. (Hrsg.): Kraftfahrwesen und Verbrennungsmotoren. Renningen-Malmsheim 1999, S. 898-912
- SEIFERT, H.: Methodenunterstützte Analyse der Kennlinie eines Brennstoffzellen-Stacks. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ), 107. Jg. (2005), Heft 3, S. 238-244
- VDI: Die Zukunft gehört dem Wasserstoff-Verbrennungsmotor. In: VDI nachrichten vom 20. Mai 2005, Nr. 20, S. 22

Klaus Hahne

Kompetenzen und Berufe für erneuerbare Energien im Konzept einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung

Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung

Mit der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung wird die Zukunftsfähigkeit gesellschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Entwicklungen unter Beachtung der Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen geprüft. Kurz gefasst geht es darum, heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zu Lasten von anderswo zu wirtschaften. Die Bundesregierung hat die nachhaltige Entwicklung als roten Faden für den Weg ins 21. Jahrhundert gekennzeichnet, und die UNESCO hat weltweit die Dekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ eingeleitet.¹ Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBNE) stellt ein strategisches Programm dar, in dem vielfältige Aktivitäten gebündelt werden.² Im

Kern geht es darum, die Menschen zu befähigen, berufliche Handlungssituationen im Sinne der Leitidee Nachhaltigkeit gestalten zu können. Dazu müssen die ökologischen, ökonomischen und sozialen Bezüge beruflichen Handelns jeweils deutlich gemacht und abgewogen werden. Die Bildungsdimension einer BBNE liegt zunächst in der Frage nach den Kompetenzen, die für die Gestaltung von Lebenssituationen und beruflichen Handlungssituationen im Sinne der Nachhaltigkeit notwendig sind.

In der Allgemeinbildung wurde bereits die „Gestaltungskompetenz für nachhaltige Entwicklung“ als umfassendstes Bildungsziel identifiziert (DE HAAN/HARENBERG 1999, S. 59 ff.). „Mit Gestaltungskompetenz wird das nach vorne zeigende Vermögen bezeichnet,

die Zukunft von Sozietäten, in denen man lebt, in aktiver Teilhabe im Sinne nachhaltiger Entwicklung modifizieren und modellieren zu können.“ (ebd., S. 60) Die Gestaltungskompetenz als oberstes Bildungsziel subsumiert nach dem Orientierungsrahmen der BLK vielfältige Schlüsselqualifikationen wie z. B. die Fähigkeit zum vernetzten und problemlösenden Denken, die Partizipations-, Team-, Dialog- und Konfliktlösefähigkeit, Methodenkompetenz und die Fähigkeit zur Selbstorganisation von Lernprozessen (ebd., S. 57). In der Berufsbildung kommt neben der Entwicklung entsprechender beruflicher Fachkompetenzen noch stärker die Systemkompetenz hinzu, mit der erst nachhaltiges Handeln in komplexen und vernetzten Systemen möglich wird.

Erneuerbare Energien in Konzepten nachhaltiger Energienutzung

Angesichts der sich anbahnenden Klimakatastrophe und der begrenzten Ressourcen an fossilen Energieträgern stehen die erneuerbaren Energien (EE) häufig im Zentrum der Diskussion über eine nachhaltige zukunftsfähige Entwicklung. Sie verbrauchen keine erschöpfbaren Ressourcen und belasten die Atmosphäre nicht mit zusätzlichen Emissionen. Der jetzige Einsatz von Primärenergien ist vor dem globalen Hintergrund nicht nachhaltig. 20 Prozent der Weltbevölkerung in den Industrieländern verbrauchen 80 Prozent der Primärenergien. Damit kann von globaler Gerechtigkeit hier nicht die Rede sein. Diese Entwicklung ist aus zwei weiteren Gründen nicht zukunftsfähig:

1. Erschöpfbare und unersetzbare Ressourcen an fossilen Primärenergien werden häufig in wenig effizienten technischen Formen der Energieumwandlung „verbraucht“ und stehen damit zukünftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung.
2. Die CO₂-Emissionen überlasten die Regenerationsfähigkeit der Erdatmosphäre und tragen wesentlich zum Klimawandel durch den „Treibhauseffekt“ bei. Die Atomenergie stellt keinen Ausweg dar, weil sie über zig Jahrtausende strahlende Rückstände hinterlässt.

Mit dem Begriff der „Energiedienstleistung“ wurde eine nachhaltige Betrachtungsperspektive gewonnen, die ökologische, soziale und ökonomische Sichtweisen in hohem Maße verbindet. Es ist nicht abstrakt zu fragen, wie viel Energie der Mensch braucht, sondern welche Energiedienstleistung er benötigt, und dann ist zu fragen, mit welchem energetischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aufwand diese Energiedienstleistung bereitgestellt werden kann.

So kann die Energiedienstleistung „warmer Kaffee“ auch noch zwei Stunden nach der Zubereitung durch eine Thermoskanne ebenso bereitgestellt werden wie durch das Anlassen einer Kaffeemaschine mit entsprechendem Stromverbrauch und CO₂-

Emissionen. Behagliche Raumtemperatur kann sowohl in schlecht gedämmten Räumlichkeiten mit veralteter Heizungstechnik unter hohem Ölverbrauch und hohen Emissionen bereitgestellt werden als auch in gut gedämmten Gebäuden mit intelligenter Heizungstechnik und geringem Verbrauch an Ressourcen und entsprechend geringen Schadstoffemissionen. Erst unter Bezug auf notwendige Energiedienstleistungen für Behaglichkeit, Hygiene, Nahrungszubereitung, Mobilität und Kommunikation, die unter Nachhaltigkeitsaspekten, d. h. global gerecht und möglichst energieeffizient, ökologisch und sozial verantwortlich zu erbringen sind, geraten auch die erneuerbaren Energien in den Blick.

Aus der Sicht einer Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBNE) lassen sich zum Bereich der nachhaltigen Energienutzung folgende Fragen stellen:

– Welche Rolle spielt nachhaltige Energienutzung bei der energieeffizienten Gebäudesanierung im Altbau?

Raumwärme und Warmwasser der Privathaushalte beanspruchen in Deutschland ca. ein Drittel der eingesetzten Primärenergien. Die möglichen Einsparpotenziale und die entsprechenden Emissionsminderungen sind in diesem Bereich besonders hoch. Die energetische Bewertung und Verbesserung von Gebäuden im Bestand vollzieht sich zumeist auf der Grundlage der so genannten Energie-Einsparverordnung (ENEV) und wird häufig im Zusammenhang mit dem Gebäude-Energie-Pass diskutiert. Danach werden bei der energetischen Bestandsaufnahme sowohl die bauphysikalische Seite der Wärmeerhaltung als auch die heizungstechnische Seite der Wärmeerzeugung für Raumwärme und Warmwasser betrachtet. In der Betrachtung werden eine Reihe von „Bedarfsszenarien“ zur energetischen Verbesserung des Gebäudes ermittelt, z. B. durch Wärmedämmung, Ersetzung von Fenstern mit ungünstigen Wärmedurchgangswerten, hydraulische und energetische Optimierung der Heizungsanlagen, kontrollierte Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung, neue Anlagen für Raumwärme und Warmwasser unter Einbezug

energetischer Alternativen wie Pelletheizung, Kraft-Wärme-Kopplung, solare Warmwasserbereitung u. U. mit solarer Heizungsunterstützung sowie Nutzung geeigneter Flächen für Photovoltaik. So geraten auch die erneuerbaren Energien in den Blick, stehen aber immer innerhalb einer nachhaltigen Betrachtung des ganzen Gebäudes als energetisches System.

– Welche Kompetenzen sind für die nachhaltige Energienutzung noch gezielt zu entwickeln?

Auf der Verbreitungsebene der Endverbraucher und Hausbesitzer als Kunden des Handwerks stellt sich dar, dass der „Flaschenhals“ nicht in der technischen Entwicklung energieeffizienter Systeme bzw. Systemoptimierungen oder der Entwicklung von regenerativen Energieumwandlungen, sondern im Bewusstsein der Kunden und dem Selbstvertrauen und den Kompetenzen des beruflichen Fachpersonals im Handwerk liegt.

Entscheidend ist hier also neben der Verbraucheraufklärung die Entwicklung von Gestaltungs- und Systemkompetenz in den klassischen Handwerksbetrieben.

Berufliche Handlungskompetenz entwickelt sich am besten in so genannten „situierten Lernsituationen“, die den beruflichen Anforderungssituationen in der Arbeit möglichst ähnlich sind. Davon abgehobene Lehrgänge und darbietend vermittelnder Unterricht sind für den Erwerb solcher Kompetenz eher ungeeignet. Wettbewerbe³, Projekte, Erkundungen und Aktionen sowie Lern- und Arbeitsaufträge in Bildungsstätten und Unternehmen, die Nachhaltigkeit sichtbar machen,⁴ haben sich als günstige Lernaktivitäten erwiesen, Auszubildende und Berufsschüler an nachhaltiges Handeln heranzuführen.

Gestaltungskompetenz

Damit jeder Kundenkontakt des Handwerkers aktiv für Vorschläge zur Energieeinsparung und zum Einbezug erneuerbarer Energien genutzt wird, muss der Handwerker auch zum „Mundwerker“ werden, kann er doch im Kundenauftrag nur das verkaufen und einbauen, was er vorher beraten hat. Die Gestaltung des Kundengesprächs und des Kundenauftrages



Abb. 1: Kundenauftrag als vollständige Handlung mit der Nutzung netzgestützter Angebote

im Sinne des nachhaltigen Umgangs mit Energien sollte in den meist sehr „ingenieurwissenslastigen“ Fortbildungsangeboten noch entsprechend intensiver geübt werden.

Das vom BIBB und der Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung an der Universität Bremen entwickelte Konzept des auftragsorientierten Lernens⁵ stellt hier geeignete Lernarrangements zum Lernen in und am Kundenauftrag in der Aus- und Weiterbildung an allen Lernorten vor. Im Zentrum steht dabei der Kundenauftrag mit seinen Phasen als vollständige Lern- und Arbeitshandlung. In allen Phasen des Lernens am Kundenauftrag können netzgestützte Informations-, Instruktions- und Qualifizierungsangebote sowie Planungs- und Kalkulationssoftware von Produktherstellern sinnvoll genutzt werden (HAHNE 2004; vgl. Abb. 1).

Im Zwillingsmodellversuch „LENE“ (Lernfeld nachhaltige Energietechniken im Handwerk)⁶ wurde das Konzept des Lernens am Kundenauftrag mit sinnvollen Variationen in allen Lerneinheiten⁷ verwirklicht. Die Einheiten wurden an fünf nordhessischen Berufsschulen, in der Jugendwerkstätte Felsberg und an überbetrieblichen Berufsbildungsstätten kooperativ entwickelt und erprobt. Sie bewährten sich besonders in der Ausgestaltung von Lernfeldern für die neu geordneten

Berufe „Anlagenmechaniker/-in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik“ sowie für „Elektroniker/-in Fachrichtung Gebäude- und Energietechnik“.

Jede Lerneinheit beginnt mit einer Kundenanfrage z. B. nach den Möglichkeiten des Einbaus einer solarthermischen Anlage. Die Auszubildenden informieren sich (auch durch Internetrecherche zu dem Thema). In der zweiten Phase der Auftragsorientierung, der Erkundung, erkunden die Auszubildenden solarthermische An-

lagen und befragen die Betreiber und gegebenenfalls die installierenden Betriebe. In der dritten Phase, den Experimenten, ermitteln die Auszubildenden experimentell grundsätzliche Funktionen solarthermischer Komponenten. Die vierte Phase „Installation“ befähigt die Auszubildenden, eine solarthermische Anlage mit ihren Komponenten auf dem (Übungs-)Dach zu installieren, mit der Haustechnik zu verbinden (Speicher, Pumpen, Regelung etc.) und in Betrieb zu nehmen. In der fünften Phase geht es nun um das „Planen und Dimensionieren einer solarthermischen Anlage“ auf Grund der Kundenanfrage und der spezifischen baulichen Gegebenheiten. Unter Hinzuziehung von Simulationsprogrammen und netzgestützten Produktinformationen von Herstellern wird die Anlage projektiert und ein Angebot erstellt. Erst jetzt – als Ergebnis des auftragsorientierten Lernprozesses – kommt als sechste Phase die Kundenberatung. Die Auszubildenden üben die Präsentation ihres Angebotes (z. B. als illustrierte Angebotsmappe) und die erfolgreiche Führung des Kundengesprächs. Diese Abwandlungen des Auftragslernens im schulischen Lernfeld oder im überbetrieblichen Lehrgang (vgl. Abb. 2) stellen gute Beispiele für die Entwicklung von Gestaltungskompetenz dar.

Das Handwerk lebt von Kundenaufträgen, und gelungene, gut dokumentierte „erfolgreiche“ Aufträge und zufriedene

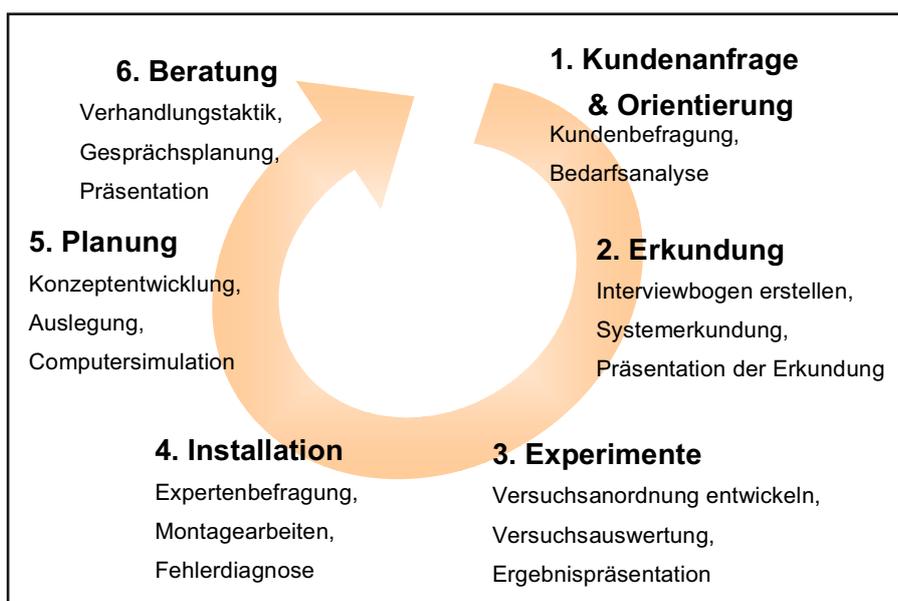


Abb. 2: Modellversuch „LENE“ – Lernen am Kundenauftrag

dene Kunden sind die beste Referenz für die Akquisition weiterer Aufträge. Auf der Homepage erfolgreicher Solarbetriebe finden sich Sammlungen von Referenzen, d. h. Fotos von installierten Solaranlagen, die schon den Blick in eine solare Zukunft erkennen lassen.⁸

Systemkompetenz

Die mögliche Minderung an CO₂-Emissionen und die Minderung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern durch Energieeffizienz und -suffizienz lässt sich im Bereich der Wärmeerzeugung (Raumwärme und Warmwasser) an der Entwicklung der Heizungstechnik und im korrespondierenden Bereich der Wärmeerhaltung am Weg zum Niedrig- und Nullenergiehaus aufzeigen. Bei der Wärmeerzeugung führt der Weg von konventionellen Heizungsanlagen mit Brennwertechnik zu Pellet- und anderen Heizungen, die mit Brennstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen CO₂-neutral betrieben werden können, bis zur Kraft-Wärme-Kopplung oder der Wärmepumpe. Solare Warmwasseraufbereitung und die solar unterstützte Raumheizung können besonders in Niedrigenergiehäusern einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Zukünftig wird vor allem der Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellentechnologie mit Methan, Biogas oder Erdgas und langfristig vielleicht auch der Brennstoffzellentechnologie mit regenerativ – z. B. solar – gewonnenem Wasserstoff große Bedeutung bei der Energiewende zukommen (vgl. dazu BIBB/FPB 2004). Im Bereich der Wärmeerhaltung geht es entsprechend um bauphysikalisch fundierte Dämmsysteme bis zur transparenten Wärmedämmung sowie der Orientierung an Solarbauten, Niedrig- und Nullenergiehäusern. Wärmeerzeugung und Wärmeerhaltung müssen miteinander systemisch abgewogen werden. Und diese Abwägung verlangt neue Kompetenzen.

Häufiges Problem des Kunden: Was kommt zuerst: Neue Dämmung oder Heizungserneuerung? Bei der erneuerten und optimierten Heizung kann sich z. B. jede spätere Maßnahme in der Wärmeerhaltung (z. B. durch Dämmung) als Senkung der Vorlauftemperatur und damit als Wirkungsgradverbesserung auswirken. Bei einem gut



Abb. 3: Werbung von Handwerksbetrieben mit erfolgreich ausgeführten Kundenaufträgen als Referenzobjekten

gedämmten Gebäude ist die nicht optimierte Altheizung zunächst energetisch besonders ineffizient. Aber schon eine einfache hydraulische und energetische Optimierung der Altanlage im gedämmten Gebäude kann dann ohne Auswechseln teurer Komponenten bereits bis zu 20 Prozent zusätzliche Energieeinsparung bringen.⁹

Die durch Maßnahmen in der Wärmeerzeugung und -erhaltung prinzipiell mögliche Minderung an Ressourcenverbrauch und CO₂-Emissionen in der Haustechnik ist durch eine intensive Vermittlung von System- und Gestaltungskompetenzen des Fachpersonals zu erreichen. Die zunehmende Energieeffizienz lässt sich durch Aufklärung der Kunden und damit einhergehend durch eine Zunahme an Kompetenzen und Qualifikationen auf Seiten des Handwerks realisieren. Kompetenzentwicklung und Energieeffizienz stehen also in einem Abhängigkeitsverhältnis, welches häufig in Politik und Wissenschaft übersehen wird. Oder anders formuliert: Was nicht in den Köpfen ist, wird sich auch nicht in breitem Maßstab realisieren lassen, selbst wenn die Technologie und der politische Wille vorhanden sind.

– Welche Ausbildungsberufe eignen sich am besten für eine Tätigkeit im Bereich der erneuerbaren Energien (EE)?

Einen spezifisch auf die erneuerbaren Energien ausgerichteten Ausbildungsberuf (wie z. B. den „Solarateur/-in“ als geschützte Bezeichnung für erfolgreiche Absolventen einer Weiterbildungsmaßnahme) gibt es in Deutschland – aus (berufs-)ordnungspolitischen Gründen – nicht. Gemäß der Empfehlung für die Anerkennung von Ausbildungsberufen (von 1974) sind u. a. Kriterien einzuhalten wie

- hinreichender Bedarf an entsprechenden einzelbetriebsunabhängigen Qualifikationen,
- Ausbildung für eigenverantwortliche Tätigkeit auf möglichst breitem Gebiet,
- Anlage auf dauerhafte berufliche Tätigkeit und
- ausreichende Abgrenzung von anderen Ausbildungsberufen.

Vor allem der zweite und der vierte Punkt scheinen im ordnungspolitischen Denken auch der zuständigen Fachverbände zurzeit einem eigenständigen Ausbildungsberuf im Bereich der EE entgegenzustehen. Expli-

zite Hinweise auf den Umgang mit solarthermischen und photovoltaischen Anlagen finden sich in den Ausbildungsordnungen der

- Anlagenmechaniker/-in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (neugeordnete ehem. Sanitär- und Heizungsberufe),
- Elektroniker/-in Fachrichtung Gebäude- und Energietechnik (neugeordneter ehem. Elektroinstallateur/-in) sowie
- Dachdecker/-in.

Eine nähere Prüfung der Ausbildungsordnungen zeigt jedoch, dass die erneuerbaren Energien in den Berufen eher nur marginal vorkommen. Bei differenzierter Betrachtung stellt aus fachlicher Sicht für die Solarthermie der SHK-Beruf einen guten Einstieg dar, für die Photovoltaik der Elektriker. Der Dachdecker lernt den Bereich nur in einem Wochenkurs in der überbetrieblichen Ausbildung kennen. Abgeschlossene Ausbildungsgänge in den drei Berufen (aber auch abgeschlossene Ausbildungen in anderen Bauhaupt- und Baunebenberufen) bieten gute formale Voraussetzungen für die Weiterbildung zum/zur „Solartechnik/-in“. Dagegen bietet der Ausbildungsberuf „Mechatroniker/-in“ beste fachliche Voraussetzungen für den Einstieg in Fortbildungsberufe wie den/die Servicetechniker/-in für Windkraftanlagen.

– Welche Perspektiven böte ein „Erstausbildungsberuf“ für erneuerbare Energien (EE)?

Unbestreitbar gehört das Angebot solarthermischer und photovoltaischer Anlagen bereits zum Geschäftsfeld vieler Handwerksbetriebe der SHK- und der Elektrobranche. Das begründet besondere Zweifel an der Existenzfähigkeit eines von der breiten Ausbildung in diesen Bereichen abgehobenen eigenen Ausbildungsberufs für die erneuerbaren Energien. Andererseits würde mit der Einrichtung von eigenen grundständigen Berufen im Bereich der regenerativen Energien, wie z. B. dem des/der „Mechatroniker/-in für regenerative Energietechnik (Fachrichtungen Solarenergie, Windenergie, Kraft-Wärme-Kopplung)“ sicherlich ein neuer Schwung in die erneuerbaren Energien gebracht werden. Leistungsstarke Jugendliche, die sich dafür interessieren, müssten

nicht länger durch das Nadelöhr eines von ihnen nicht geliebten Ausbildungsberufs gehen, in dem die EE meist nur Randthema bleiben. Die vollschulischen Angebote von Technikerschulen¹⁰ zum Bereich erneuerbare Energien/Energieberatung fänden eine duale Entsprechung. Bisher hat der Einbezug der erneuerbaren Energien in die existierenden Berufsbilder der Erstausbildung ja nicht bewirkt, dass Solarthermie und Photovoltaik so zum Thema des Kompetenzerwerbs wurden, dass der Heizungsbauer sich auf das ihm fremde Dach traut und der Dachdecker sich mit der energetischen Haustechnik im Keller auskennt.

Thermie und Voltak kämen aus einer Hand. Ausbilden könnten alle Meisterbetriebe des Handwerks, die Solartechnik in ihrem Angebot haben. Die Solarreakfirmen, die zurzeit kaum ausbilden, könnten mit einem solchen Beruf neue Ausbildungsplätze anbieten. Die auf Bildungsmessen¹¹ vorgestellten Beispiele von Universitäten mit einschlägigen Bachelor- und Masterstudiengängen zum Schwerpunkt der EE oder von Fachhochschulen, die in ihren Studiengängen Elektrotechnik die Fachrichtung „Regenerative Energietechnik“ anbieten, zeigen positive Tendenzen auf, die auch in der Erstausbildung des dualen Systems freizusetzen wären: bundesweites Interesse von Studienbewerbern, Erhöhung des Frauenanteils unter den Studierenden, verbesserte Arbeitsmarktchancen der Absolventen der Fachrichtungen.

Fortbildungsangebote für den nachhaltigen Umgang mit Energien

Es gibt eine Fülle von Fortbildungsangeboten von Umwelt- und Bildungszentren der Handwerkskammern (HWK) sowie von Innungsveränden. Neben umfangreichen Fortbildungen zum/r geprüften „Solartechnik/-in“ gibt es auch kürzere praxisbezogene Angebote wie z. B. die „Fachkraft für umweltschonende Energietechniken“ bei der HWK Münster. An Standorten wie Husum und Bremerhaven gibt es Fortbildungen zum Servicetechniker für Windkraftanlagen. Eingangsbedingungen für fast alle Fortbildungen ist eine abgeschlossene Berufsausbil-

dung in geeigneten Berufen. Für die Wartung von Biogasanlagen oder Bio-Kraftwerken, die mit nachwachsenden Rohstoffen betrieben werden, müssen erst noch Fortbildungskonzepte entwickelt werden.

Auf einen „Renner“ unter den Fortbildungsangeboten für das Handwerk sei noch hingewiesen: der/die Gebäudeenergieberater/-in. Mehr als 5.000 Handwerker haben sich bereits in Kursen dafür qualifiziert. Wesentliches Motiv für das starke Interesse ist die begründete Erwartung, dass aus einer guten Energieberatung auch entsprechende Anschlussaufträge resultieren dürften. Eine Kurzvariante dieses Curriculums findet sich in Kursen zum „Energie-Checker“. Allerdings wird von manchen befürchtet, dass die Herkunft dieser Berater aus ihrem entsprechenden branchenbezogenen Betrieb ein nicht ganz interessenfreies entsprechendes Beratungsergebnis mit sich bringt: Der Maler empfiehlt die Dämmung, der SHK-Mann die neue Heizungsanlage usw. Ob der Einbezug von Kraft-Wärme-Kopplung, Solarthermie und Photovoltaik in der Beratung einen entsprechenden Stellenwert erhält, hängt von vielen Faktoren ab: Gewichtung in der Schulung, Interesse des Kunden und des Handwerkers, Förderungsbedingungen etc. Eine Synopse der existierenden Curricula und eine bundesweite „Online-Community“ zum Thema „Gebäudeenergieberatung, Energieeffizienz und erneuerbare Energien“ könnten hier neue Qualität bringen.

Anmerkungen:

- ¹ Die Dekade geht von 2005-2014. Die Bundesregierung hat für diese Dekade ein nationales Komitee einberufen.
- ² Siehe dazu das BIBB-Portal „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“, URL: <http://www.bibb.de/nachhaltigkeit>.
- ³ Siehe dazu die Dokumentation des Wettbewerbs „Pack the future“ im BIBB-Portal „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“, URL: http://www.bibb.de/de/nh_16467.htm.
- ⁴ Siehe dazu die anregende „Good-Practice“-Dokumentation im BIBB-Portal „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“, URL: http://www.bibb.de/de/nh_8966.htm.

⁵ Vgl. die CD-ROM „Auftragsorientiertes Lernen im Handwerk“, Bestell-Nr. 70608, Christiani Verlag Konstanz.

⁶ Bei Zwillingmodellversuchen wird jeweils ein berufsschulischer Modellversuch (BLK-Programm) mit einem meist themengleichen so genannten „Wirtschaftsmodellversuch“ zur betrieblichen und überbetrieblichen Berufsbildung (BIBB) gekoppelt und parallel durchgeführt. Vgl. zu LENE u. a. KÖRNER (2005).

⁷ Die folgenden Lerneinheiten erscheinen Anfang 2006 beim Christiani-Verlag: Photovoltaik, Solarthermie, Energieeffiziente Lüftung Bd. A u. B, Kraft-Wärme-Kopplung.

⁸ Vgl. z.B. www.kuk-greven.de, Referenzen.

⁹ Vgl. dazu das Optimus-Projekt der DBU unter <http://www.optimus-online.de>.

¹⁰ Vgl. z. B. die Technikerschule Butzbach mit ihrem Angebot Umweltschutztechnik in der zweijährigen Fachschule.

¹¹ URL: <http://www.wilabonn.de/jobmesse>.

Literatur

BIBB/FPB: Bundesinstitut für Berufsbildung, Initiative Brennstoffzelle/Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung (Hrsg.): Brennstoffzellen in der Haustechnik – Empfehlungen zum Informations- und Qualifizierungsbedarf bei Einführung der Brennstoffzellentechnik in Handwerk und Ausbildung. Konstanz 2004

DE HAAN, G./HARENBERG, D.: Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung – Gutachten zum Programm. BLK (Bund-Länder Kommission), Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 72, Bonn 1999

HAHNE, K.: Arbeits- und auftragsbezogenes E-Learning im Handwerk. In: DEHNBOSSEL, P./PÄTZOLD, G. (Hrsg.): Innovationen und Tendenzen der betrieblichen Berufsbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 18, Stuttgart 2004, S. 130-141

KÖRNER, W.: Lernortkooperation zwischen Berufsschule und überbetrieblicher Bildungsstätte unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit. In: BAU, H./MEERTEN, E. (Hrsg.): Lernortkooperation – neue Ergebnisse aus Modellversuchen. BIBB-Berichte zur beruflichen Bildung, Band 268, Bonn/Bielefeld 2005, S. 84-96

Heike Hufnagel/Jochen Pack

Entwicklung von Präsenz- und multimedialen Weiterbildungsmodulen für Praktiker in der Brennstoffzellentechnologie

Einsatz von Medien in der Weiterbildung

Der Einsatz von Multimedia in der beruflichen Weiterbildung befindet sich im Wandel. Vor einigen Jahren noch als Allheilmittel und sogar als „Killerapplikation“ mit dementsprechend überproportionalen Wachstumsraten propagiert (vgl. z. B. CHAMBERS, zitiert nach ENCARNACAO/GUDDAT/SCHNAIDER 2002, URDAN/WEGGEN 2000), setzen Lernmedienentwickler und Weiterbildungsanbieter solche Anwendungen inzwischen bedarfs- und zielorientiert ein.

Reine Selbstlernangebote haben sich in der Praxis nicht bewährt, denn sie lassen außer acht, dass Lernen nicht nur Wissensaufnahme ist, sondern immer auch durch Wechselwirkungen zwischen Mensch und Sache, Theorie und Praxis sowie durch soziale Faktoren wie die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden gekennzeichnet

ist. Gerade diese Wechselwirkungen veranlassen das Gehirn zu aktiven Konstruktionsleistungen und damit zur vertieften Verarbeitung von Informationen. Hierbei werden Verbindungen zwischen Inhalten erzeugt, und es bilden sich „Anker“ in Form von zentralen Wissens-elementen, anhand derer zugehörige Informationsbausteine abgerufen und abgeleitet werden.

Erste Regel einer bedarfs- und zielorientierten Vorgehensweise für berufliches Lehren ist, Spezifika der jeweiligen Zielgruppe wie das Bildungsniveau, den fachlichen Bildungsstand, die bisherigen Lernerfahrungen sowie die Weiterbildungsmotivation der Teilnehmenden einzuschätzen und zu berücksichtigen. Dann werden diese Kriterien mit den inhaltlichen Weiterbildungszielen abgeglichen. In einem weiteren Schritt ist zu überprüfen, ob und wie mediale Materialien zu den vorhandenen Bedingungen passen bzw. diese unterstützen. Im Folgenden

wird die Entwicklung solch eines Lernangebots am Beispiel eines Weiterbildungskonzepts für die Qualifizierung von Handwerkern im Bereich der Brennstoffzellentechnologie erklärt.

Projekt H₂-Profi

Technologische Innovationen wirken sich in vielen Fällen auch auf Qualifikationserfordernisse in der Arbeitspraxis aus. Eine neue Schlüssel- und auch Querschnittstechnologie zeichnet sich durch den Einsatz der Brennstoffzelle ab. Die Brennstoffzellentechnologie kann für den Bereich der Energieversorgung zukünftig eine bedeutende Rolle spielen, denn ihr Energiewandlungsprozess erfolgt emissionslos und daher umweltfreundlich.

Bei der Markteinführung der Brennstoffzelle werden qualifizierte Mitarbeiter benötigt, um Inbetriebnahme, Wartungs-, Reparatur- und Servicearbeiten sicherzustellen und zu verstetigen. Übergeordnetes Ziel des Projekts

„H₂-Profi“¹¹ ist, diese zeitnahe Qualifizierung von Handwerkern und Facharbeitern vorzubereiten und zu gewährleisten. Dazu wird eine zielgruppenspezifische und dynamische Weiterbildungskonzeption erstellt.

Projektpartner sind das Elektroausbildungszentrum Aalen (EAZ) sowie das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart. Die beiden Akteure bringen komplementäre Kompetenzen ein. Das EAZ verfügt über langjährige Kenntnisse und Erfahrungen bezüglich der inhaltlichen Aufbereitung und Vermittlung von technischen Fachinhalten – es führt auch die Schulungen zum Thema Brennstoffzellentechnologie durch, die übrigens während der Projektlaufzeit kostenlos besucht werden können. Die Expertise und der Projektschwerpunkt des Fraunhofer IAO liegt in der Formulierung, Vermittlung und praktischen Umsetzung zielgruppenspezifischer didaktischer Prinzipien sowie in der Gestaltung des schulungsbegleitenden multimedialen Lernangebots.

Didaktische Prinzipien

Die Umsetzung der didaktischen Prinzipien der Weiterbildungskonzeption erfolgt zielgruppenorientiert. Zunächst wurden die spezifischen Bedarfe ermittelt und dann wesentliche, die Weiterbildungskonzeption konstituierende Merkmale formuliert. Sie bilden einen formalen Rahmen und sind Orientierungsgrundlage für die Gestaltung des Qualifizierungsangebots.

Zielgruppe der Weiterbildungsmodul sind vor allem Gesellen, Facharbeiter, Meister sowie Inhaber kleiner und mittelgroßer Betriebe des Kfz-Handwerks, des Sanitär-Heizung-Klima-Handwerks, des Elektrohandwerks und Anlagenbetreiber, zum Beispiel aus der Energiewirtschaft. Die Inhalte sollen allerdings auch für die Weiterbildung von Facharbeitern bei Herstellern und Zulieferern genutzt werden.

Besonders für Praktiker sind Weiterbildungsangebote geeignet, die eine unmittelbare und lebendige Erfahrung mit dem Lerngegenstand ermöglichen. Zum einen verbessern direkte und konkrete Erfahrungen das Lernen (DALE 1969), zum anderen erleichtert eine hohe Übereinstimmung zwischen

Lern- und Transfersituation den späteren Abruf des relevanten Fach- und Handlungswissens im Betrieb und beim Kunden („Prinzip der Enkodierungsspezifität“; TULVING 1983). Ein reines Selbstlernangebot ist für Praktiker nicht geeignet, denn damit geht die Gefahr von Motivations- und Akzeptanzeinbußen einher. Auch der Aspekt

des Fertigkeitserwerbs wird hierbei nicht genügend berücksichtigt.

Der Zielgruppe entsprechend wurde ein Lehr-/Lernkonzept gewählt, das traditionelles Klassenzimmerlernen sinnvoll mit dem Einsatz von neuen Medien verknüpft („Blended Learning“; vgl. MAYR/SEUFERT 2002). Zentrales Element der Weiterbildungskon-



Abb. 1: Analogiebildungen bei mobilen Anwendungen (1)



Abb. 2: Analogiebildungen bei mobilen Anwendungen (2)

zeption sind daher Präsenzseminare mit praktischen Demonstrationen und Übungen an Brennstoffzellenanlagen. Für die Vor- und Nachbereitung der Präsenzseminare werden multimediale Weiterbildungsmodule entwickelt. Die Kombination aus Präsenz- und mediengestütztem Lernen ermöglicht die Nutzung der Vorteile beider Methoden.

Ein Vorteil von Präsenzseminaren ist, dass der Kursleiter auf die Bedürfnisse der Teilnehmenden unmittelbar eingehen kann. Das gemeinsame Erleben der Realität bzw. von modellhaften Ausschnitten der Realität unterstützt auch konstruktivistische Elemente des Lernens. Damit ist die „soziale Aushandlung“ des Lernstoffs gemeint – das bedeutet, dass durch Besprechen und Üben die vermittelten Informationen exploriert, artikuliert, reflektiert und so bei den Teilnehmern kognitiv modelliert werden (GERSTENMAIER/MANDL 1995, GRÄSEL 1997). Vorteile der multimedialen Darstellung sind zum Beispiel die Aktualisierbarkeit der Lernmedien, die Möglichkeit der individuellen Steuerung des Lerntempos durch die Lernenden sowie ihr bei angemessenem Einsatz modernes und fortschrittliches Image (HUFNAGEL/GIDION 2005).

Grundprinzip für die Durchführung der Präsenzblöcke und für die Erstellung der Lernmodule ist im Hinblick auf die Zielgruppe ein ständig verzahnter Wechsel von Theorie und Praxis. Nach kurzem theoretischen Input zur Vermittlung von relevantem Fachwissen erfolgen Übungen, um die praktische Anwendung vor Augen zu führen sowie das Erlernete zu festigen.

In der Weiterbildungskonzeption werden multimediale Lernmodule zur Vor- und Nachbereitung der Präsenzeinheiten eingesetzt. Für ihre Gestaltung ist eine angemessene und möglichst einheitliche Art der Informationsdarbietung empfehlenswert. Zur Vermeidung von Desorientierung und kognitiver Überlast (KUHLEN 1991) wird eine verbindliche Vorlage mit relevanten Gestaltungshinweisen für die Lernmedien erarbeitet (Styleguide). Elemente dieser Vorlage sind beispielsweise Design, Navigation, Schrifttyp, Farbtyp, Überschriftentypen und -anzahl sowie die Art und Verortung von Text- und

Grafikeinheiten. Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass die Lernenden sich zügig auf die zu vermittelnden Inhalte konzentrieren können und wenig kognitive Kapazität für eine wiederholte Erarbeitung der Modulstruktur aufwenden müssen.

Auch beim Medienlernen gilt als oberstes Gebot, die besonderen Eigenschaften und Anforderungen der Zielgruppe zu berücksichtigen. Handwerker und Facharbeiter sind Praktiker, für die Theoriewissen nur dann von Bedeutung ist, wenn es einen Bezug zur Praxis und zu ihrem Tätigkeitsspektrum aufweist. Daher werden in den Lernmodulen beispielsweise die Grundprinzipien von Brennstoffzellen erklärt, jedoch ohne auf die elektrochemische Mikroebene (Atome, Ionen, Strukturformeln) einzugehen. Bezogen auf die Zielgruppe reicht ein Gesamtverständnis von der Funktionsweise von Brennstoffzellen für die Inbetriebnahme und Wartung entsprechender Anlagen aus, denn die Geräte sind modular aufgebaut und ihr Check erfolgt softwaregestützt.

Die nur im Präsenzsetting vorhandene Möglichkeit der Demonstration und Übung an Modellanlagen wird bei der Erstellung der multimedialen Lernmodule durch einen anderen arbeitsna-

hen Ansatz ersetzt. Über Analogiebildung werden vorhandene, konventionelle Technologien vorgestellt und in einem zweiten Schritt Unterschiede bei Brennstoffzellenanlagen herausgearbeitet. Diese Vorgehensweise ist im Bereich der Brennstoffzellentechnologie gut umsetzbar, da es sich bei den bisher am weitesten gereiften Anwendungen um so genannte restitutive Innovationen handelt. Das heißt, die Brennstoffzellensysteme ersetzen lediglich Teile vorhandener marktgängiger Modelle, zum Beispiel den Brenner bei Heizungsanlagen. Die Ableitung der Weiterbildungsinhalte setzt also bei bekannten Produkten, zum Beispiel Fahrzeugen, an, und durch eine Vergleichsbetrachtung werden Konstanten (z. B. Bremssystem), Unterschiede (z. B. Antrieb) und Mehraufwände (z. B. Kühlung) von Anwendungen mit Brennstoffzellentechnologie ermittelt. Aus dieser Analyse ergeben sich die Inhalte der Weiterbildungsmodule. Die Abbildungen 1 und 2 veranschaulichen Analogiebildungen bei mobilen Anwendungen. Es wird an bekannte Informationen angeknüpft, um dann Neuerungen und Veränderungen aufzuzeigen.

Die Lernmedien werden überwiegend in Form der Doppeldarstellung von Text und Bild erstellt. Jede dieser bei-



Abb. 3: Übersicht-Detail-Prinzip am Beispiel einer Heizungs-Demonstrationsanlage (1)

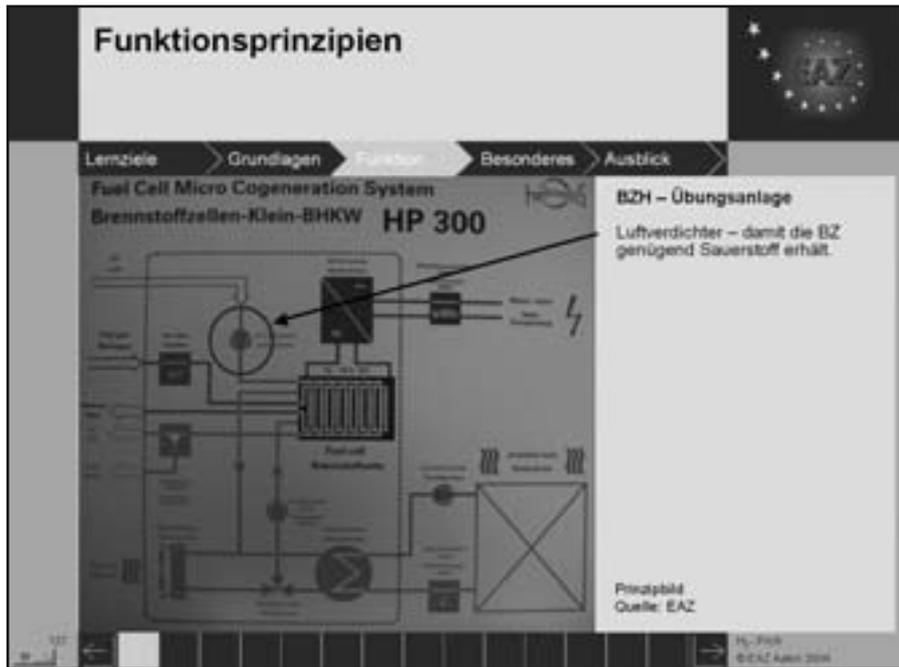


Abb. 4: Übersicht-Detail-Prinzip am Beispiel einer Heizungs-Demonstrationsanlage (3)

den Darstellungsformen hat besondere Vorteile. Die textuelle Vermittlung ist eher für begrifflich-logische und abstrakte Lerninhalte geeignet, die bildliche Darstellung für anschauliche und praktisch-gegenständliche Bereiche. Dabei wird auf eine enge Beziehung zwischen Text und Bild geachtet, denn der Einsatz von rein dekorativen Bildern wirkt sich nicht auf die Lernleistung aus (LEVIN/ANGLIN/CARNEY 1987, LEVIE/LENTZ 1982). Hingegen ist die Kombination der beiden Darstellungsarten – unter Beachtung der inhaltlichen Verbundenheit der textuellen und grafischen Elemente – anschaulich, ermöglicht verschiedene Zugangswege sowie den Aufbau von Querverbindungen zwischen der sprachlichen und bildlichen Information („Modell der doppelten Enkodierung“; PAVIO 1986).

Ein weiterer Grundsatz, sowohl bei der Erstellung der Multimedia-Einheiten als auch bei der gesamten Weiterbildungskonzeption, ist, immer wieder von der Übersicht ins Detail zu gehen – und zwar in Mehrfachschlaufen, denn Detaildarstellungen werden jeweils von der Übersicht abgeleitet. Das bedeutet für die multimediale Aufbereitung beispielsweise der Arbeitsweise von Brennstoffzellen-Heizungen, zunächst die Gesamtanlage dar-

zustellen und deren Funktion zu erläutern und danach jeweils eine technische Funktionseinheit der Anlage. Dabei wird zunächst die Verortung der technischen Funktionseinheit in der Gesamtanlage grafisch gekennzeichnet. Erst dann wird die Funktionseinheit in Großaufnahme mit Erklärung ih-

rer Arbeitsweise vorgestellt. Die Erläuterung des nächsten technischen Bestandteils beginnt wieder mit der Gesamtanlage und einer Kennzeichnung der Verortung dieser zweiten Funktionseinheit (Abb. 3, 4, 5).

Diese Schritt-für-Schritt-Vorgehensweise verschafft Überblick und erwünschte Redundanzen. Gerade durch häufige Wiederholung wird Information vertieft und ins Langzeitgedächtnis übertragen („Mehr-Speicher-Modell des Gedächtnisses“; ATKINSON/SHIFFRIN 1968) sowie die Assoziationsstärke zwischen Informationseinheiten erhöht („ACT-R-Theorie zum Erwerb kognitiver Fähigkeiten“; ANDERSON/LEBIERE 1998).

Aktualität, Übertragbarkeit und Ausblick

Die Weiterbildungskonzeption ist insgesamt „mitlernend“ und „dynamisch“ angelegt. Das heißt, dass Erfahrungen aus Alltags- und Langzeiterprobungen per Marktmonitoring und Fallstudien kontinuierlich erhoben und eingepflegt werden. Zu diesem Zweck werden Erfahrungen von Betreibern und Anlagenbetreuern immer wieder erfasst und in die Weiterbildungsmodulare eingearbeitet. Dadurch ist die Weiterbildungskonzeption permanent auf dem

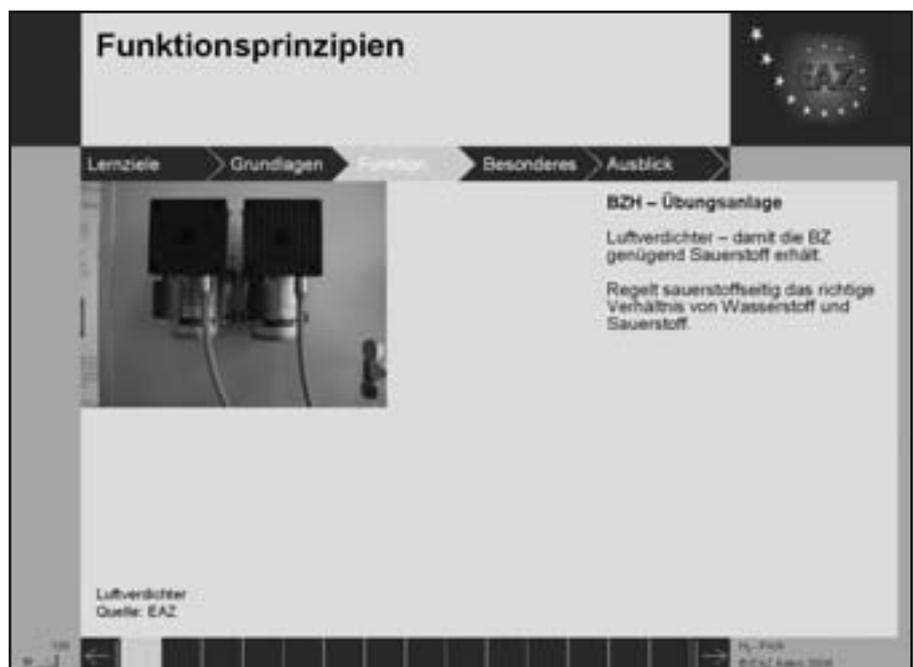


Abb. 5: Übersicht-Detail-Prinzip am Beispiel einer Heizungs-Demonstrationsanlage (3)

neuesten Stand der Technik und bildet Meilensteine der Brennstoffzellentechnologie ab. Ergebnis dieser Vorgehensweise ist eine aktuelle, umfassende Weiterbildungssystematik, die sowohl den Wissenserwerb (multimediales Angebot) als auch den Fertigkeitserwerb (Präsenztraining) von Handwerkern und Facharbeitern im Bereich der Brennstoffzellentechnologie abdeckt und zur breitenwirksamen Qualifizierung der betreffenden Gewerke unmittelbar einsetzbar ist.

Nach dem beschriebenen Muster und den didaktischen Prinzipien kann auch in anderen, durch basistechnologische Veränderungen gekennzeichneten Bereichen vorgegangen werden – vor allem wenn es sich um restitutive Produktentwicklungen und Innovationen handelt. Die rechtzeitige Erstellung einer geeigneten Weiterbildungskonzeption ermöglicht eine Punktlandung: Praktiker sind zum Zeitpunkt der breiten Markteinführung der technologischen Neuerung qualifiziert und vorbereitet. Dadurch werden Kosten durch „Lernen an Fehlern“ vermieden. Außerdem wird der breiten Einführung von neuen Technologien, in diesem Fall von Brennstoffzellenanwendungen, der Weg geebnet.

Anmerkung

- ¹ Das Projekt H₂-Profi wird vom Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg gefördert. Laufzeit: 09/2003-08/2006

Literatur

- ANDERSON, J. R./LEBIERE, C.: The atomic components of thought. Mahwah, NJ 1998
- ATKINSON, R. C./SHIFFRIN, R. M.: Human memory: A proposed system and its control processes. In: SPENCE, K. W./SPENCE, J. T. (Eds.): The Psychology of Learning and Motivation. Vol. 2, New York 1968
- ENCARNACAO, J. L./GUDDAT, H./SCHNAIDER, M.: Die Hochschule auf dem Weg ins E-Learning-Zeitalter. In: BENTLAGE, U./GLOTZ, P./HAMM, I. (Hrsg.): E-Learning. Märkte, Geschäftsmodelle, Perspektiven. Gütersloh 2002
- DALE, E.: Audiovisual methods in teaching. New York 1969
- GERSTENMAIER, J./MANDL, H.: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41. Jg. (1995), Nr. 6, S. 867-888
- GRÄSEL, C.: Problemorientiertes Lernen. Strategieranwendungen und Gestaltungsmöglichkeiten. Göttingen 1997

HUFNAGEL, H./GIDION, G.: Evaluation arbeitsbezogener Lernanwendungen. In: SPATH, D./GANZ, W./BECKER, B. (Hrsg.): e3World. Work, learning, performance – Lernen für die Arbeit von morgen. Wiesbaden 2005

KUHLEN, R.: Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Text und Wissensbank. Berlin 1991

MAYR, P./SEUFERT, S.: Fachlexikon e-learning. Bonn 2002

LEVIE, H. W./LENTZ, R.: Effects of text illustration: A review of research. In: Educational Communication and Technology Journal, 30 (1982), pp. 195-232

LEVIN, J. R./ANGLIN, G. J./CARNEY, R. N.: On empirically validating functions of pictures in prose. In: WILLOWS, D. M./HOUGHTON, H. A. (Eds.): The psychology of illustration. Vol 1: Basic research, New York 1987, pp. 51-85

PAIVIO, A.: Mental representations: A dual-coding approach. New York 1986

TULVING, E.: Elements of episodic memory. London 1983

URDAN, T. A./WEGGEN, C. C.: Corporate E-Learning: Exploring a new Frontier. San Francisco 2000

Waldemar Bauer

Analyse der neuen Elektroberufe

Einleitung

Am 1. August 2003 traten die neuen Elektroberufe nach einem dreijährigen Neuordnungsprozess in Kraft. Technologische und organisatorische Veränderungen in der Arbeitswelt machten nach sechzehn Jahren eine Neuordnung des Berufsfeldes Elektrotechnik notwendig. In der Elektroindustrie und in vielen Anwenderbranchen wie der Automobilindustrie, dem Maschinenbau oder der Chemischen Industrie sind tiefgreifende Veränderungen in den unternehmensinternen und -übergreifenden Prozessen und Strukturen zu beobachten. Moderne Arbeitsorganisationsformen mit ausgeprägter Prozessorientierung verlagern

Zuständig- und Verantwortlichkeiten auf die direkt wertschöpfende Produktions- oder Dienstleistungsebene. Facharbeit zeichnet sich heute durch eine breite Aufgabenintegration und eine weitreichende Selbstorganisation der Arbeit aus. Informationstechnologien und die Mikroelektronik durchdringen fast alle technischen Systeme (vgl. BIBB 2003a). Das Zusammenwachsen der Computer, Netze und Medien zu einer integrierten und zunehmend internetbasierenden Informations- und (Tele-)Kommunikationstechnologie führt zu raum-zeitlichen Veränderungen der Arbeitsprozesse in der Konstruktion, Produktion und Instandhaltung (vgl. z. B. FISCHER/RAU-NER 2002). Facharbeit ist heute insbe-

sondere durch die Merkmale der Prozessorientierung, des verantwortlichen Handelns im Rahmen des Qualitätsmanagements, einer eigenverantwortlichen Disposition und Terminverantwortung, einer wachsenden IT-Kompetenz, einer zunehmenden Planungssouveränität und betriebswirtschaftlichen Kompetenz sowie in vielen Geschäftsfeldern durch das Erbringen von industriellen Dienstleistungen in unmittelbarem Kundenkontakt geprägt (vgl. BIBB 2003a). Deshalb standen im Mittelpunkt des Neuordnungsverfahrens neue Technologien sowie neue Organisationsformen und Prozesse in der Elektro-Facharbeit.

Neuordnungsprojekte sollen grundsätzlich diesem ökonomischen, technologischen und (arbeits-)organisatorischen Wandel im Berufsfeld Rechnung tragen. Neben dem Bedarf der inhaltlichen Aktualisierung bestehen-

der Berufe führt der Wandel in der Arbeitswelt auch zur Forderung neuer Berufe für neue Geschäftsfelder. Darüber hinaus wird die curricular-didaktische Diskussion gegenwärtig durch die Leitkategorien Gestaltungs-, Kom-

petenz- und Arbeitsprozessorientierung bestimmt (vgl. z. B. RAUNER 1988, FISCHER/RAUNER 2002, JENEWEIN u. a. 2004), welche sich ebenfalls auf die Gestaltungsprinzipien der beruflichen Curricula auswirkte (vgl. ZVEI 2003;

<p>Beruf: Elektroniker/-in für Betriebstechnik [EBT] Tätigkeiten: Errichten, in Stand halten, Ändern und Betreiben von Anlagen Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Energieverteilungsanlagen/-netze <input type="checkbox"/> Gebäudeinstallationen/-netze <input type="checkbox"/> Betriebsanlagen, Betriebsausrüstungen <input type="checkbox"/> Produktions-/verfahrenstechnische Anlagen <input type="checkbox"/> Schalt- und Steueranlagen <input type="checkbox"/> Elektrotechnische Ausrüstungen
<p>Beruf: Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik [EAT] Tätigkeiten: Implementieren, Steuern, in Stand halten und Optimieren von Automatisierungssystemen Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Produktions- und Fertigungsautomation <input type="checkbox"/> Verfahrens- und Prozessautomation <input type="checkbox"/> Netzautomation <input type="checkbox"/> Verkehrsleitsysteme <input type="checkbox"/> Gebäudeautomation
<p>Beruf: Elektroniker/-in für Gebäude und Infrastruktursysteme [EGI] Tätigkeiten: Errichten, Überwachen, Steuern, Sichern und in Stand halten von Gebäude- und Infrastruktursystemen Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wohn- und Geschäftsgebäude <input type="checkbox"/> Betriebsgebäude <input type="checkbox"/> Funktionsgebäude und -anlagen <input type="checkbox"/> Infrastrukturanlagen <input type="checkbox"/> Industrieanlagen
<p>Beruf: Elektroniker/-in für Geräte und Systeme [EGS] Tätigkeiten: Herstellen, Montieren, in Stand setzen und in Betrieb nehmen von Geräten und Systemen Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Informations- und kommunikationstechnische Geräte <input type="checkbox"/> Medizinische Geräte <input type="checkbox"/> Automotive-Systeme <input type="checkbox"/> Systemkomponenten, Sensoren, Aktoren, Mikrosysteme <input type="checkbox"/> EMS (Electronic Manufacturing Services) <input type="checkbox"/> Mess- und Prüftechnik
<p>Beruf: Systeminformatiker/-in [SYI] Tätigkeiten: Entwickeln, Implementieren und in Stand halten von industriellen informationstechnischen Systemen Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Automatisierungssysteme <input type="checkbox"/> Signal- und Sicherheitssysteme <input type="checkbox"/> Informations- und Kommunikationssysteme <input type="checkbox"/> Funktechnische Systeme <input type="checkbox"/> Embedded Systems
<p>Beruf: Elektroniker/-in für luftfahrttechnische Systeme [LFS] Tätigkeiten: Herstellung, Instandhaltung und Ausrüstung von Fahrzeugen und Systemen der Luftfahrttechnik Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Fluggeräteproduktion <input type="checkbox"/> Fluggeräteinstandhaltung <input type="checkbox"/> Fluggerätüberholung <input type="checkbox"/> Flugtechnische Ausrüstungen <input type="checkbox"/> Raumfahrtssysteme
<p>Beruf: Elektroniker/-in für Maschinen und Antriebstechnik [EMA] Tätigkeiten: Herstellen, in Stand setzen und in Betrieb nehmen von Maschinen und Antrieben Einsatzgebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Elektrische Maschinen <input type="checkbox"/> Antriebssysteme

Abb. 1: Einsatzgebiete und Tätigkeitsschwerpunkte der industriellen Elektroberufe

BIBB 2003a, b). Insbesondere die schulischen Lehrpläne sind nach der Einführung des KMK-Lernfeldkonzeptes im Jahre 1996 in besonderer Weise von diesen neuen Prinzipien betroffen. Andererseits muss im Rahmen der Neuordnung auch stets die Tradition der fast hundertjährigen Geschichte der Elektroberufe berücksichtigt werden, um zeitlich stabile Berufe zu schaffen, die auf einer öffentlich bekannten Tradition aufbauen. Aus diesem Grunde konstituieren energie-technische und informationstechnische Elektroberufe (früher Stark- und Schwachstromberufe) auch zukünftig das Berufsfeld Elektrotechnik (vgl. PETERSEN/RAUNER 2000). Hinweise darüber, inwieweit die von den Sozialpartnern selbst definierten Gestaltungskriterien im Neuordnungsprozess berücksichtigt wurden, soll die nachfolgende Analyse der Elektroberufe zeigen.

Profile und Schneidung der neuen Elektroberufe

Im Neuordnungsprozess wurden sechs neue Industrie- und vier neue Handwerksberufe sowie ein gemeinsamer Beruf geschaffen. Im Industriebereich wurden, neben der Modernisierung bestehender Berufsbilder, die beiden neuen Ausbildungsberufe „Elektroniker/-in für Gebäude- und Infrastruktursysteme“ sowie „Systeminformatiker/-in“ entwickelt. Damit sollen für die Berufsbildung die neuen Geschäftsfelder „Gebäudesystemtechnik“ und „Industrieinformatik“ erschlossen und neue Ausbildungsbetriebe gewonnen werden. Im Bereich des Handwerks orientierte sich der Neuordnungsprozess am handwerklichen Prinzip „Service aus einer Hand“, sodass ein Elektroniker mit drei Schwerpunkten geschaffen wurde, der die drei Vorgängerberufe integriert. Zusätzlich wurde der neue Beruf des Systemelektronikers eingeführt. Der Elektroniker für Maschinen- und Antriebstechnik ist als einziger Beruf gemeinsam in Industrie und Handwerk geordnet worden.

Ein zentrales Ziel der Neuordnung der industriellen Elektroberufe war die Zuschneidung der neuen Elektroberufe für Hersteller, Anwender und Betreiber elektrotechnischer Systeme. Handlungsleitend für die Berufskonstrukturen war insofern eine Schneidung

der Berufe, die sich an den unterschiedlichen elektrotechnischen Einsatzgebieten mit spezifischen Industriedienstleistungen orientiert (vgl. BIBB 2003a, ZVEI 2003).

Die neuen Industrieberufe lassen sich prinzipiell in Anlagen- und Geräteberufe einteilen. Für den Bereich der Betriebserhaltung und Anlagenmontage in Produktionsbetrieben wurden zwei Elektronikerberufe geschaffen, nämlich der „Elektroniker für Betriebstechnik“ und der „Elektroniker für Automatisierungstechnik“. Der „Elektroniker für Betriebstechnik“ ist für das Errichten, Betreiben, in Stand halten und Ändern betriebs- und produktionstechnischer Anlagen zuständig. Im Ausbildungsrahmenplan wird das Installieren und in Betrieb nehmen von elektrischen Anlagen, das Konfigurieren und Programmieren von Steuerungen, die Instandhaltung von Anlagen und Systemen sowie der technische Service und Betrieb aufgeführt. Zu den Lern- und Arbeitsgegenständen gehören auch Anlagen- bzw. Systemkomponenten wie Antriebssysteme, Steuerungen, dezentrale Energieversorgungssysteme, IuK-Systeme usw. Die offene Ausbildungsstruktur und die weite inhaltliche Zuschneidung mit mehreren Arbeitsgegenständen lassen vermuten, dass es sich bei diesem Beruf um den neuen industriellen Kernberuf in der Anlagentechnik handelt.

Der „Elektroniker für Automatisierungstechnik“ ist für das Implementieren, Steuern und in Stand halten von Automatisierungssystemen zuständig. Dieser Beruf ist im Vergleich zum Betriebselektroniker enger auf Automatisierungssysteme zugeschnitten, also auf einen Teilbereich komplexer betriebs- und produktionstechnischer Anlagen. Im Hinblick auf die Einsatzgebiete und Arbeitsgegenstände stellt der Automatisierungselektroniker insofern eine Spezialisierung des Elektronikers für Betriebstechnik dar, der eine höhere Eindringtiefe im Arbeitsbereich Automatisierungssysteme besitzt.

Der neue Beruf „Elektroniker für Gebäude- und Infrastruktursysteme“ hat seinen Arbeitsschwerpunkt im Handlungsfeld „Überwachen, Installieren, Steuern und Sichern von Gebäuden“.

Er ist sowohl für Betreiber innerhalb des technischen Gebäudemanagements als auch für Hersteller in der Montage und Instandhaltung von Gebäudesystemtechnik konzipiert. Damit überschneidet sich dieser Beruf einerseits ebenfalls mit dem Betriebselektroniker, dessen Arbeitsgegenstände u. a. auch ein Betriebsgebäude, eine Industrieanlage oder die Gebäudeinstallation sein kann. Andererseits wurde mit diesem Beruf das neue Geschäftsfeld „Technisches Gebäudemanagement“ erschlossen, in welchem die Industrie bisher kaum ausgebildet.

Der „Elektroniker für Geräte und Systeme“ – eine Weiterentwicklung des Industrieelektronikers für Gerätetechnik – stellt den neuen zentralen Beruf im Bereich der Geräteherstellung und -instandhaltung dar. Er ist als Fertigungsberuf für unterschiedliche Branchen konzipiert. In der Ausbildungsordnung für den Elektroniker für Geräte und Systeme stehen das Fertigen von Komponenten und Geräten, das Herstellen und in Betrieb nehmen von Geräten und Systemen, das Einrichten, Überwachen und in Stand halten von Fertigungs- und Prüfeinrichtungen sowie der technische Service und Produktsupport. Auf Grund dieses weiten Zuschnitts kann unterstellt werden, dass dies der neue Kernberuf im gerätetechnischen Bereich ist.

Der „Systeminformatiker“ hat seinen Schwerpunkt im informations- bzw. datentechnischen Bereich und bildet somit die Grenze zu den IT-Berufen. Dieser neue Beruf ist jedoch auf das neue Handlungsfeld industrielle informationstechnische Systeme (IIT) in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen zugeschnitten. Er führt Softwareentwicklung, Systemintegration und Service von IT-Systemen in einem industriellen Umfeld durch, d. h., ein Beschäftigungsfokus liegt bei der Herstellung von IIT/ICT-Systemen. Er soll Lösungen für eingebettete Systeme erstellen und kann auf der Feld- und Prozessleitebene tätig sein. Hier grenzt sich dieser Beruf z. B. vom Fachinformatiker ab, dessen Beschäftigungsfokus eher bei Betreibern und Anwendern von ICT-Systemen bzw. bei Bereitstellern in Software- und Systemhäusern liegt. Des Weiteren überschneidet sich dieser

Beruf mit dem Elektroniker für Automatisierungstechnik, da er in identischen Einsatzgebieten tätig sein kann. Im Vergleich zu diesem Beruf ist die Eindringtiefe des Systeminformatikers bei Automatisierungssystemen bzw. IIT-Systemen vor allem im softwaretechnischen Bereich und der Programmierung wesentlich höher konzipiert.

Der „Elektroniker für luftfahrttechnische Systeme“ ist ein Branchen- und somit ein Spezialberuf, der sich im Einsatzgebiet, und damit auch in den Arbeitsgegenständen, deutlich von den anderen Berufen unterscheidet. Er ist in der Produktion und Instandhaltung von luftfahrttechnischen Systemen tätig. Weiterhin wurde gemeinsam in Industrie und Handwerk ein Elektroniker für den sehr engen Spezialisierungsbereich der Antriebstechnik geschaffen. Somit wurden die beiden alten Berufe Elektromaschinenmonteur und Elektromaschinenbauer vereint. Er ist der einzig gemeinsam kon-

zipierte Elektroberuf. Wie sich später noch zeigen wird, hätte dieser Ansatz auch bei anderen Berufen verfolgt werden können.

Im Elektrotechnik-Handwerk wurde ein Elektroniker für drei technologische Anwendungsbereiche geschaffen, nämlich Energie- und Gebäudetechnik, Automatisierungstechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnik. Bemerkenswert ist, dass die Berufsbezeichnung „Elektroinstallateur/-in“, die seit ihrer Existenz Anfang des 20. Jahrhunderts diesen Beruf prägte, nun durch die Bezeichnung „Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik“ abgelöst wurde. Allerdings mussten die Berufsentwickler die Novelle der Handwerksordnung von 1998 berücksichtigen. Ziel war es damals, den Zuschnitt der Handwerke nach den Erfordernissen einer erfolversprechenden wirtschaftlichen Betätigung zu gestalten, d. h., der Gesetzgeber wollte Handwerke mit erweiterten Beschäftigungsmöglichkei-

ten und einem breiten Leistungsangebot aus einer Hand schaffen (vgl. BIBB 2003b). Deshalb wurden die drei Handwerke Elektromaschinenbauer, Elektrotechniker und Informationstechniker definiert.

Der Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik wurde inhaltlich modernisiert, wobei vor allem die Gebäudetechnik berücksichtigt wurde. Seine Tätigkeitsschwerpunkte sind die Konzeption von Systemen der Energieversorgung und Gebäudetechnik, die Installation von energie- und nachrichtentechnischen Komponenten, die Inbetriebnahme energie- und gebäudetechnischer Anlagen sowie die Installation, Konfiguration und Parametrierung von Gebäudeleiteinrichtungen und Bussystemen. Der Elektroniker für Automatisierungstechnik ist – genauso wie sein industrielles Pendant – für die Konzeption, Installation, Konfiguration und Inbetriebnahme von Automatisierungsanlagen zuständig. Er besitzt zwar keinen direkten handwerk-

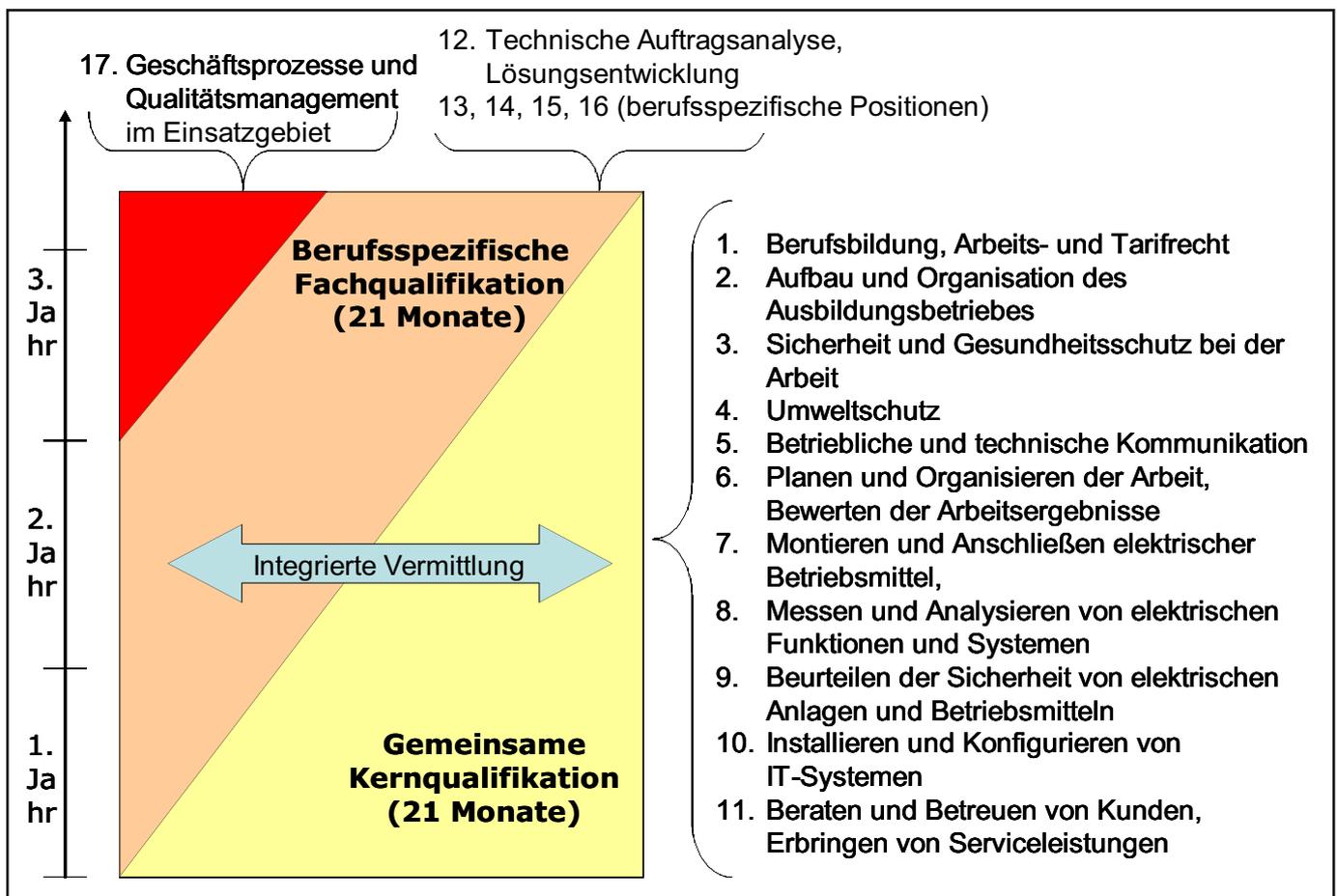


Abb. 2: Kern- und Fachqualifikationen in den industriellen Elektroberufen

lichen Vorgängerberuf, leitet sich aber partiell aus dem Elektromechaniker und Elektromaschinenbauer ab. Der Elektroniker für Informations- und Kommunikationstechnik ist die Weiterentwicklung des Fernmeldeanlagen-elektronikers und führt typische Arbeiten an IuK-Systemen aus, wie die Konzeption von Datenübertragungs- und -verarbeitungsanlagen, die Installation von Datennetzen und Telekommunikationsanlagen und die Software-Installation, Programmierung und Testen von IT-Systemen. Für das alte Elektromechanik-Handwerk wurde mit dem Systemelektroniker ebenfalls eine neue Berufsbezeichnung gewählt. Er ist das handwerkliche Pendant zum Elektroniker für Geräte und Systeme. Dessen Arbeitsgebiet sind die Herstellung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Geräten und Systemen sowie das Einrichten von Fertigungsanlagen und das Planen, Steuern und Optimieren von Fertigungsabläufen.

Ausbildungsstruktur der industriellen Elektroberufe

Die neue Ausbildungsstruktur folgt dem erstmals bei den IT-Berufen eingeführten Konzept der Kern- und Fachqualifikationen. Damit werden auch bei den neuen Elektroberufen zwei Qualifikationsbereiche definiert, die innerhalb der Ausbildung integriert vermittelt werden sollen. Für alle Elektroberufe wurden berufsfeldweit gemeinsame Kernqualifikationen, die mit abnehmenden Zeitanteilen während der gesamten Ausbildung vermittelt werden sollen, sowie für jeden Beruf berufsspezifische Fachqualifikationen definiert. Beide Qualifikationsbereiche stellen mit jeweils 21 Monaten die Hälfte der Ausbildungsdauer dar.

Damit ergibt sich eine neue Strukturierung der Ausbildungsinhalte, die auch ein neues Grundbildungskonzept mit sich bringt, weil bestimmte fachspezifische Inhalte, die in den alten Ausbildungsordnungen erst in höheren Ausbildungsjahren vermittelt wurden, heute bereits früher behandelt werden. Dies trifft z. B. für Komponenten oder Baugruppen wie Steuerungen, MSR-Einrichtungen, Sensoren, Aktoren etc. zu. Stattdessen wurden klassische

metalltechnische bzw. mechanische Ausbildungsinhalte reduziert.

Neben den gemeinsamen Kernqualifikationen wurden in allen Ausbildungsordnungen die beiden namentlich identischen Teile des Ausbildungsberufsbildes „12. Technische Auftragsanalyse, Lösungsentwicklung“ und „17. Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet“ festgelegt. In diesen Positionen werden für jeden Beruf zum Teil ähnliche zu vermittelnde Kern- und Fachqualifikationen definiert, die aber an unterschiedlichen technischen Artefakten in den relevanten Einsatzgebieten mit den dort dominanten Arbeitsgegenständen, Anlagen, Systemen usw. erlernt werden sollen.

Im Prinzip benennt die Position 12 – wie die Bezeichnung bereits aussagt – die Aufgabe einer Auftragsanalyse und die Entwicklung einer technischen Lösung. Dabei stehen in der Regel ein Kundenauftrag, z. B. die Änderung einer Anlage, sowie technische Unterlagen bzw. die Dokumentation im Mittelpunkt. Die aufgeführten Arbeitsgegenstände sind jeweils auf die Einsatzgebiete des Berufes zugeschnitten bzw. müssen in der Ausbildungspraxis entsprechend kontextualisiert werden. In dieser Position werden bei stark verwandten Berufen, wie dem Elektroniker für Betriebs- und Automatisierungstechnik, identische oder zumindest affine Arbeitsgegenstände, nämlich eine betriebstechnische Anlage oder ein Automatisierungssystem mit seinen zugehörigen Komponenten, aufgeführt. Die einzelnen Qualifikationen der Position 12 sind bei den Berufen zeitlich und inhaltlich unterschiedlich in zwei bis sechs Zeiträumen aufgeteilt, sodass deren Zeitanteile schwer abzuschätzen sind. Sie liegen zwischen einigen Wochen und mehreren Monaten.

Die Schwerpunktsetzung erfolgt für jeden Beruf in den Positionen 13 bis 16. Hier werden die berufsspezifischen Fachqualifikationen im Hinblick auf die Einsatzgebiete und beruflichen Handlungen der einzelnen Berufe präzisiert und somit unterschiedliche Lern- und Arbeitsgegenstände aufgeführt. Die Anzahl der aufgeführten Kern- und Fachqualifikationen ist bei den einzelnen Berufen unterschiedlich und

hängt von den Einsatzgebieten und Tätigkeitsschwerpunkten ab. Dabei fällt auf, dass der Ausbildungsrahmenplan des Betriebselektronikers durch eine sehr offene inhaltliche Struktur in Bezug auf die Arbeitsgegenstände gekennzeichnet ist. Dort wird auch mit Abstand die größte Zahl von Fachqualifikationen (69) formuliert.

Die Logik der Beschreibung der beruflichen Handlungen (Positionen 13 bis 16) folgt dem Prinzip zunehmend komplexerer beruflicher Handlungen. Das heißt, in allen Berufen geht es über das Errichten, die Installation, das Einrichten und Konfigurieren technischer Systeme oder Anlagen über die Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen zur Instandhaltung von technischen Systemen oder Anlagen sowie bei einigen Berufen schließlich bis zur Optimierung von Systemen und Anlagen. In allen Berufsprofilen sind der technische Service sowie die Auftrags- und Kundenorientierung berücksichtigt.

Ein neues Curriculumelement in den Ausbildungsordnungen stellt die Position „17. Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet“ im dritten und vierten Ausbildungsjahr dar. Durch diesen neuen Ausbildungsteil werden dem Anspruch der Orientierung an den betrieblichen Geschäftsprozessen und der Qualität Rechnung getragen sowie gleichzeitig die Forderungen nach verstärktem Lernen in Arbeitsprozessen curricular eingelöst. In den einzelnen Ausbildungsrahmenplänen werden für jeden Beruf ähnliche Inhalte beschrieben, die sehr allgemein, d. h. teilweise ohne Präzisierung der technischen Artefakte oder Arbeitsgegenstände, ausformuliert sind. In der Regel beschreibt die Position 17 die Abfertigung eines Kundenauftrags, bei der verschiedene Kriterien berücksichtigt werden müssen und bei der die technische Dokumentation enthalten ist. Bei dieser Berufsbildposition ist entscheidend, dass die Kontextualisierung im Einsatzgebiet – mit seinen je spezifischen Schwerpunkten, Handlungen, Aufgaben, Prozessen und Arbeitsgegenständen – erfolgen soll. Mit einem zeitlichen Ausbildungsanteil von zehn bis zwölf Monaten stellt die Position 17

den zeitlichen Schwerpunkt innerhalb der betrieblichen Ausbildung dar.

Ausbildungsstruktur der handwerklichen Elektroberufe

Bei den Handwerksberufen hielten die Berufskonstrukteure am bekannten, dreigeteilten Strukturierungskonzept „Grundbildung – gemeinsame Fachbildung – fachrichtungsspezifische Fachbildung“ fest. Demnach erfolgt im ersten Jahr eine berufsfeldbreite Grundbildung mit identischen Inhalten für alle Berufe. Aufgeführt werden u. a. Qualifikationen, wie das Beraten und Betreuen von Kunden, der Verkauf, das Montieren und Installieren, das Installieren von Systemkomponenten und Netzwerken, das Messen und Analysieren, das Aufbauen und Prüfen von Steuerungen und die Durchführung von Serviceleistungen. Im zweiten Jahr schließt eine berufsfeldbreite Fachbildung an, die noch bis in das dritte Jahr hineinreicht. Genannt werden wiederum Qualifikationen aus dem ersten Lehrjahr sowie u. a. das Aufbauen und Prüfen von Steuerungen, Analysieren von Fehlern sowie das in Stand halten von Geräten und Systemen. Erst danach erfolgt die Spezialisierung in den drei Fachrichtungen. Im dritten und vierten Jahr werden die Positionen im Hinblick auf die Arbeitsgegenstände, also energie- und gebäude-, automatisierungs- sowie informations- und kommunikationstechnische Anlagen ausdifferenziert. Dies bedeutet, dass bei den handwerklichen Elektronikerberufen eine Deckungsgleichheit von 69 Prozent der Ausbildungsinhalte vorliegt (2,4 Jahre; 126 Wochen).

Die vergleichende Betrachtung der Ausbildungsinhalte in den Ausbildungsordnungen in Industrie und Handwerk zeigt für zwei Berufe eine hohe Deckungsgleichheit. Der Elektroniker für Automatisierungstechnik ist sowohl begrifflich als auch inhaltlich (Ausbildungsrahmenplan und Lernfelder) identisch. Darüber hinaus sind der Elektroniker für Geräte und Systeme und der Systemelektroniker ziemlich identisch, da sie für den Einsatz in denselben Arbeitsgebieten konzipiert sind. Damit stellt sich unmittelbar die Frage nach der Notwendigkeit der Unterscheidung zwischen einem Industrie- und Handwerksberuf. In bei-

den Fällen hätten die Berufskonstrukteure, genau wie beim Elektroniker für Maschinen und Antriebssysteme, jeweils einen gemeinsamen Beruf entwickeln können.

Struktur der Lernfelder

Nach der Einführung des KMK-Lernfeldkonzeptes wurden nun auch die Rahmenlehrpläne nach Lernfeldern strukturiert. Die Berufskonstrukteure gehen davon aus, dass die Lernfelder jeweils ein Technikfeld und eine vollständige Handlung repräsentieren (vgl. BIBB 2003a). Die ersten vier Lernfelder (elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen; elektrische Installationen planen und ausführen; Steuerungen analysieren und anpassen; informationstechnische Systeme bereitstellen) und damit das erste Ausbildungsjahr sind für alle industriellen und handwerklichen Elektroberufe identisch. In diesen vier Lernfeldern wird ein Schwerpunkt auf den Erwerb eines berufsfeldbreiten grundlegenden Wissens im Kontext typischer, berufsübergreifender beruflicher Handlungsabläufe gelegt. Berufsspezifische Aspekte sind durch die Auswahl geeigneter Beispiele und Aufgaben zu berücksichtigen (vgl. z. B. Rahmenlehrplan Elektroniker/-in 2003).

Die Analyse der Ausbildungsinhalte in den ersten vier Lernfeldern verdeutlicht einen Perspektivwechsel in der (schulischen) Grundbildung. Während den früheren Lehrplänen eine stringente fachsystematische Struktur zugrunde lag, die darauf zielte, elektrotechnische und physikalische Grundlagen zu vermitteln, sind die neuen lernfeldstrukturierten Lehrpläne stärker auf Arbeitszusammenhänge und berufliche Handlungen bezogen. Dieser Perspektivwechsel manifestiert sich im ersten Lernfeld, in welchem es primär um die Vermittlung von Überblickswissen geht und weniger um klassische elektrotechnische Grundlagen. Durch die Behandlung des ersten Lernfeldes soll der Auszubildende erfahren, worum es in seinem Beruf im Wesentlichen geht. Hierzu sollen (elektro-)technische Systeme, Anlagen, Geräte und Baugruppen analysiert sowie deren Funktion beschrieben, also Zusammenhänge hergestellt werden. Dabei sind die klassischen

elektrotechnischen Grundlagen eingebettet und somit erstmals curricular arbeitsorientiert formuliert.

Das zweite Lernfeld behandelt einen Arbeitsauftrag und dessen Abwicklung am Beispiel einer elektrotechnischen Installation. Damit wird curricular zum ersten Mal das Prinzip der Auftragsorientierung unter Berücksichtigung der vollständigen Handlung festgeschrieben. Im dritten Lernfeld wird das wichtige Thema Steuerungen behandelt, welches nahezu alle Elektroberufe prägt. Inhaltlich ist das Thema, neben der allgemeinen Steuerungstechnik, auf die Digitaltechnik fokussiert. Dies gilt analog für das vierte Lernfeld, welches die Grundlagen von informationstechnischen Systemen behandelt. Darüber hinaus wird in den Lernfeldern dieser Perspektivwechsel zusätzlich durch die Beschreibung selbstständiger Handlungen, Teamarbeit, das Erstellen von technischen Dokumentationen usw. betont. Inwieweit diese curriculare Innovation schließlich die didaktische Unterrichtsgestaltung verändern wird, bleibt abzuwarten.

Im Hinblick auf das Leitprinzip der Arbeitsprozessorientierung zeigt die inhaltliche Analyse, dass die Lehrplanelentwickler sich bemühten, die Lernfelder stärker arbeitsprozessbezogen zu formulieren. Gelegentlich sind die zugrunde liegenden Arbeitsprozesse entweder sehr allgemein formuliert oder sie stellen nur Teilprozesse aus dem übergeordneten Arbeitsprozess dar. Beispielsweise behandelt das Lernfeld 3 einen Teilbereich bzw. die Grundlagen von Lernfeld 7 „Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren“. Dies bedeutet, dass diese Teilprozesse zwar im Sinne einer vollständigen Handlung prinzipiell umsetzbar sind, aber damit nicht immer ein vollständiger Arbeitsprozess, da dieser „zerstückelt“ wird. Andere Lernfelder wie das Lernfeld 2 repräsentieren dagegen, zumindest von der Bezeichnung, einen realen und vermutlich vollständigen Arbeitsprozess, nämlich das Kerngeschäft eines Elektroinstallateurs. In der Beschreibung werden allerdings nicht alle Inhalte berücksichtigt, die zu dieser Arbeitsaufgabe gehören, sondern einige spezifische Grundlagen genannt (Auftragsplanung, Sicherheitsbestimmun-

gen, Installationstechnik). Zudem bleibt der Arbeitszusammenhang (Haustechnik, Industrieanlage etc.) in der Lernfeldbeschreibung offen.

Ab dem zweiten Ausbildungsjahr unterscheiden sich die Lernfelder, wobei es bei manchen Berufen auch identische gibt. Der Zuschnitt der einzelnen Berufe kommt insbesondere in den Lern- und Arbeitsgegenständen bzw. den technischen Artefakten im Einsatzgebiet zum Ausdruck. Beim Elektroniker für Betriebstechnik werden vier Arbeitsgegenstände aufgelistet und somit ein großes Einsatzgebiet konzipiert, nämlich gebäudetechnische, energietechnische, automatisierte und elektrotechnische Anlagen, die jeweils errichtet, geplant und in Stand gehalten werden sollen. Im Vergleich zum Ausbildungsrahmenplan hat der Rahmenlehrplan einen noch expliziteren Zuschnitt der Arbeitsgebiete bzw. Systeme. Im betrieblichen Curriculum ist eher allgemein von elektrischen Anlagen (gemeint sind Betriebs- oder Produktionsanlagen) die Rede.

Bei den enger zugeschnittenen Berufen wie den Elektronikern für Automatisierungstechnik und Gebäude- und Infrastruktursysteme wird in den höheren Lernfeldern im Prinzip nur ein Arbeitsgegenstand definiert, nämlich Automatisierungssysteme, welche in Betrieb genommen, in Stand gehalten, optimiert, geplant und realisiert bzw. Gebäude- und Infrastruktursysteme, die betrieben, in Stand gehalten, geplant und optimiert werden sollen. Die Lernfelder des Elektrikers für Geräte und Systeme haben dagegen wiederum einen weiteren Zuschnitt. Inhalte sind zum einen die herzustellenden Geräte und Systeme, die in Stand gehalten, geplant und realisiert sowie zum anderen die Fertigungsanlagen bzw. Prüfsysteme zur Herstellung der Geräte und Systeme, die errichtet, angewandt und in Stand gehalten werden sollen.

Systematisierung der Lerninhalte

Eine grundlegende Neuerung in den industriellen Ausbildungsordnungen ist die zeitliche Gliederung der integrierten Kern- und Fachqualifikationen in so genannte

Zeitraumen, die aber nicht nur die Lerninhalte zeitlich gliedern bzw. systematisieren, sondern auch der curricularen Abstimmung mit den Lernfeldern dienen. Jeder Zeitraum ist einem Lernfeld zugeordnet. Die zeitliche Gliederung beschreibt somit curricular den Lernweg. Dies bedeutet, dass implizit von den Berufskonstruktoren ein Kompetenzentwicklungsmodell zugrunde gelegt wurde. Insofern kann behauptet werden, dass die Curriculumentwickler eine neue Systematisierung der Kompetenzentwicklung anstrebten. Aus den vorliegenden Unterlagen ist jedoch nicht ersichtlich, wie diese Systematisierungen zustande kamen. Ebenso fehlt jegliche Begründung für die Aufteilung bzw. Zuordnung der Ausbildungsinhalte zu den verschiedenen Zeiträumen. Das zugrunde gelegte Kompetenzentwicklungsmodell entzieht sich deshalb der intersubjektiven Überprüfbarkeit und somit dem allgemeinen wissenschaftlichen Kriterium der Objektivität.

Die Systematisierung der Lerninhalte folgt in beiden Curricula der meisten Berufe einer Logik zunehmender Systembetrachtung, d. h., es werden zunächst Teile bzw. Komponenten der betreffenden technischen Systeme behandelt, wie z. B. im zweiten Ausbildungsjahr Steuerungen oder Antriebssysteme. Bei den höheren Positionen bzw. Lernfeldern wird schließlich das bzw. werden die Gesamtsystem(e) selbst thematisiert. Im Falle des Betriebstechnikers sieht dieses Kompetenzmodell eine Vermittlung von Inhalten zu Teilkomponenten, Baugruppen oder Geräten von technischen Anlagen vor, die jeweils montiert, installiert und konfiguriert werden sollen (Zeitraumen 1 bis 8). Im Zeitraum 9 wird erstmals die komplette Anlage installiert und in Betrieb genommen sowie dem Kunden übergeben. Die darauf folgenden beruflichen Handlungen sind komplexer und beschreiben die Instandhaltung der Anlagen bzw. den technischen Service. Dies bedeutet auch, dass das Zusammenhangsverständnis und Systemwissen erst am Ende der Ausbildung vermittelt werden. Bei Berufen mit einem sehr engen Zuschnitt, wie z. B. Gebäude- und Infrastruktursysteme, werden die technischen Gesamtsysteme allerdings etwas früher als bei Berufen mit breitem Zuschnitt, in der Regel schon

im zweiten Jahr (z. B. Lernfelder 6 bis 8), aufgeführt, weil diese meistens nur ein technisches System behandeln.

Eine inhaltliche Analyse der Ausbildungsrahmenpläne zeigt, dass die Kern- und Fachqualifikationen für jeden Beruf unterschiedlich verzahnt sind, d. h., die Qualifikationen aus den einzelnen (zum Teil identischen) Positionen werden, je nach Beruf, anderen Zeiträumen zugeordnet. Dies bedeutet, dass für die unterschiedlichen Berufe nolens volens die Annahme leitend ist, dass die Entwicklung beruflicher Kompetenzen, je nach beruflichem Handlungsfeld und den technischen Arbeitsgegenständen, auch unterschiedlich erfolgt.

Die Systematisierung von Ausbildungsinhalten erfordert notwendigerweise ein Systematisierungsmodell. Da es hier um die Entwicklung (beruflicher) Kompetenzen geht, kann es sich dabei nur um ein Kompetenzentwicklungsmodell handeln. In diesem Zusammenhang muss jedoch festgestellt werden, dass beiden Curricula kein explizites – zumindest kein intersubjektiv überprüfbares – Modell zugrunde liegt. Die Lernfelder und deren Inhalte sollen nach der KMK-Handreichung (2000, S. 14) sachlogisch strukturiert werden. Die Analyse der Curricula lässt vermuten, dass die Systematisierung der Lerninhalte (Lernfelder und Zeiträume) auf einem Modell zunehmend komplexerer beruflicher Handlungen basiert, die zunächst an Teilsystemen und schließlich am Ende der Ausbildung am Gesamtsystem erlernt werden sollen. Insofern handelt es sich hier um ein synthetisch-technologisches Kompetenzentwicklungsmodell (von Teilen zum Ganzen) und nicht um ein subjektiv-entwicklungslogisches Kompetenzmodell (vgl. RAUNER 1999).

Arbeitsprozess- und Kompetenzorientierung

Die Curriculumentwicklung orientierte sich am Konzept der beruflichen Einsatzgebiete mit seinen betrieblichen Arbeitsprozessen sowie an zu deren Bewältigung erforderlichen Kompetenzen. Eine fundierte Bewertung der in den Curricula manifestierten beruflichen Arbeitsaufgaben und -prozesse als objektive Dimension von Fachar-

beit sowie der Kompetenzen als subjektive Dimension ist jedoch nur auf Basis eines empirischen Referenzsystems möglich. Denn nur dadurch kann eine Antwort auf die Fragen gegeben werden, ob die geschaffenen Berufe die realen beruflichen Handlungsfelder adäquat abdecken und in den Curricula die richtigen Arbeitsaufgaben und -prozesse im jeweiligen Kontext in ausreichender Breite und Tiefe beschrieben sowie die zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben notwendigen beruflichen Kompetenzen formuliert wurden. In den BIBB-Informationsunterlagen und anderen Veröffentlichungen wird zwar erwähnt, dass zur Erarbeitung der Eckdaten Tätigkeitsfelder identifiziert und beschrieben sowie Erkundungen in ausgewählten Arbeitsfeldern durchgeführt wurden, die die Basis zur Bündelung der Berufsprofile bildeten (vgl. BIBB 2003a, PIERINGER 2003). Da die Befunde dieser Studien jedoch nicht öffentlich vorliegen, kann objektiv nicht überprüft werden, erstens welche Gütekriterien diese Untersuchungen haben und zweitens wie die Ergebnisse in die Curriculumentwicklung eingegangen sind.

Ganz allgemein lässt sich dennoch feststellen, dass in den Curricula beider Lernorte ein Perspektivenwechsel zu beobachten ist. In den Ausbildungsrahmenplänen werden anstelle von Fertigkeiten und Kenntnissen nun Kern- und Fachqualifikationen beschrieben. Diese werden, wie auch in den Vorgänger-Curricula schon, immer arbeitsorientierter formuliert. Die einzelnen Positionen werden in der Regel nicht im Sinne isolierter Tätigkeiten – wie es früher öfter üblich war – sondern mit beruflichen Handlungen an Arbeitsgegenständen und mehr oder weniger in einem Arbeitszusammenhang beschrieben. Nur in den Handwerksberufen sind noch Positionen mit isolierten Tätigkeitslisten zu finden. Noch größer sind die Veränderungen in den schulischen Lernfeldern. Im Gegensatz zu den Vorgänger-Curricula mit einer reinen fachsystematischen Strukturierung werden berufliche Kompetenzen nun wesentlich umfassender begriffen. In der Zielbeschreibung werden durchgängig berufliche Handlungen am Lern- und Arbeitsgegenstand und somit fachliche, methodische, soziale und personale Kompetenzen beschrieben sowie die

Lerninhalte in einen Zusammenhang gebracht. Dabei werden auch Aspekte wie Auftrags- und Kundenorientierung, Teamarbeit, Konflikte im Team lösen und englische Sprachkompetenz (Dokumentation und Kommunikation) berücksichtigt. Die Frage, wie so in einem bestimmten Lernfeld genau die nun vorfindbaren Kompetenzen mit den zugehörigen Inhalten beschrieben werden, bleibt allerdings unbeantwortet, weil für die einzelnen Lernfelder keine empirisch-analytische Handlungsfeld- und Kompetenzanalyse vorliegt.

Die neuen Zeitrahmen wurden als Instrument eingeführt, um die beruflichen Arbeitsfelder in berufstypischen Arbeitsprozessen zu beschreiben, wobei sich diese Felder auf Teilprozesse beziehen (vgl. ZVEI 2003). An dieser Stelle ist jedoch zu hinterfragen, welches Referenzsystem tatsächlich für die Arbeitsprozesse angelegt wird. Zu fragen ist, ob die jeweiligen Teile des Ausbildungsberufsbildes mit den dort aufgeführten Kern- und Fachqualifikationen einen Arbeitsprozess beschreiben oder die neuen Zeitrahmen, die sich aus einzelnen Kern- und Fachqualifikationen mehrerer Positionen zusammensetzen. In allen Ausbildungsordnungen werden die Teile des Ausbildungsberufsbildes, wie z. B. „Instandhaltung eines Systems oder einer Anlage“ zerstückelt und die zu dieser Arbeitsaufgabe gehörenden Kompetenzen in unterschiedliche Zeitrahmen verortet. Beispielsweise werden beim Betriebselektroniker in der Position 15 „Instandhaltung von Anlagen und Systemen“ elf Kern- und Fachqualifikationen zu dieser Arbeitsaufgabe beschrieben und die zugehörigen Arbeitsgegenstände bzw. technischen (Teil-)Systeme aufgeführt. Diese Qualifikationen werden schließlich in fünf unterschiedlichen Zeitrahmen verortet. Andererseits wird mit dem Zeitrahmen 10 eine vergleichbare berufliche Aufgabe geschaffen, die nun aber im Hinblick auf den Arbeitsgegenstand (hier Betriebsanlage) neu beschrieben wird. Im Zeitrahmen 10 werden 17 Qualifikationen aus fünf Positionen verortet. Dies bedeutet, dass zwischen der sachlichen und zeitlichen Systematisierung Widersprüche existieren und unklar bleibt, zu welchem Arbeitsprozess bestimmte Inhalte tatsächlich gehören.

Für den Anwender des Ausbildungsrahmenplans bleibt somit offen, wo nun diese beruflichen Aufgaben tatsächlich adäquat beschrieben sind. Wenn sich diese in den Zeitrahmen befinden, wäre es sinnvoller, die (vollständigen) Arbeitsprozesse bzw. Arbeitsaufgaben nach Zeitrahmen zu strukturieren und somit auf eine klassische sachliche Gliederung zu verzichten. Wenn diese dagegen in den Positionen zu finden sind, dann werden die Arbeitsprozesse durch die zeitliche Gliederung zerstückelt. Des Weiteren ist hier anzumerken, dass die Zeitrahmen begrifflich im Curriculum nicht benannt werden, wodurch nicht deutlich wird, auf welche Arbeitsaufgaben bzw. Arbeitsprozesse sich die Inhalte in den Zeitrahmen beziehen. Insgesamt ist festzustellen, dass die Absicht, die Ausbildungsinhalte mittels Zeitrahmen nach Arbeitsprozessen zu strukturieren sowie diese Zeitrahmen mit den zugehörigen Lernfeldern zu synchronisieren, zwar ein guter Ansatz, allerdings die Konzeptualisierung des Konstruktes Arbeitsprozess und die praktische Anwendung auf Grund der unterschiedlichen Referenzsysteme nicht eindeutig ist.

Die Berufskonstruktoren gingen bei der Neuordnung von einem Konzept von Teilprozessen innerhalb berufstypischer Arbeitsprozesse aus, die im Sinne vollständiger Handlungen beschrieben werden (vgl. BIBB 2003a). Dieser Ansatz sollte überdacht werden, denn ein Beruf sollte gerade curricular durch seine bestimmenden Arbeitsaufgaben und den darin eingebetteten Geschäfts- und Arbeitsprozessen beschrieben werden. Dabei sollten Arbeitsaufgaben vollständig und abgeschlossen in einem deutlich definierten Arbeitszusammenhang stehen. Die Zerstückelung der Arbeitsprozesse in Teilprozesse ist problematisch, weil damit nicht nur der Arbeitszusammenhang aufgelöst wird, sondern diese Zerstückelung auch dem Prinzip des ganzheitlichen Lernens widerspricht. Offensichtlich existieren weder eine eindeutige Konzeptualisierung des Konstruktes „Arbeitsprozess“ noch geeignete Forschungsmethoden zur curricularen Identifizierung und Beschreibung der Arbeitsprozesse. Diese Curriculumanalyse deutet nämlich auch darauf hin, dass vorliegende fundierte wissenschaftliche

Untersuchungen (vgl. z. B. HÄGELE 2001, RAUNER u. a. 2001) zur empirischen Beschreibung von Elektro-Facharbeit und deren curriculärer Transformation bei der Curriculumentwicklung bzw. im Neuordnungsprozess nur unzureichend berücksichtigt wurden. Damit kann unterstellt werden, dass dem Prozess der Curriculumentwicklung das empirische Fundament der berufswissenschaftlichen Qualifikationsforschung fehlt. Die Identifizierung und Entfaltung der Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse beruht vermutlich auf einer subjektiven – nach wissenschaftlichen Kriterien nicht überprüfbar – Kompetenz der Berufs- und Curriculumentwickler.

Synchronisierung der Lerninhalte – curriculare Abstimmung

Die neue zeitliche Gliederung der Ausbildungsinhalte (Zeitrahen) ist eine grundlegende Neuerung in den Ausbildungsordnungen und der Versuch, beide Curricula zeitlich und inhaltlich zu synchronisieren. Die Gegenüberstellung der Ausbildungsinhalte beider Curricula zeigt bei oberflächlicher Betrachtung prinzipiell eine gelungene Abstimmung im Hinblick auf die Arbeitsgebiete, die Arbeitsgegenstände und die beruflichen Handlungen, aber bei genauerer Analyse an vielen Stellen inhaltliche Abweichungen. Beispielsweise kann dies durch einen Vergleich des Zeitrahmens 6 „Inspektion und Analyse von energietechnischen Anlagenteilen“ mit dem Lernfeld 6 „Geräte und Baugruppen in Anlagen analysieren und prüfen“ beim Betriebselektroniker illustriert werden. Die Inhaltsanalyse zeigt, dass im Zeitrahmen 6 vielmehr die „Planung und Durchführung einer Wartungs- und Inspektionsmaßnahme“ und im Lernfeld 6 die „Planung und Durchführung eines Änderungs- und Instandsetzungsauftrags“ im Mittelpunkt stehen. Dies bedeutet zum einen, dass die Titel die Ausbildungsinhalte nicht korrekt wiedergeben und zum anderen, dass in beiden Curricula unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Der schulische Lehrplan behandelt nämlich den komplexeren Teil der Instandhaltung (nach DIN 31051). Selbstverständlich gehören dazu auch die Analyse und Prüfung von Anlagenteilen, Komponenten und Baugruppen und

somit auch das Messen und Prüfen sowie die Fehlersuche. Während der Ausbildungsrahmenplan das Messen und Prüfen auf Sensoren, Aktoren, Steuerungen und Regelungen präzisiert, verbleibt der schulische Teil in der Zielformulierung allgemein bei (analogen und digitalen) Baugruppen von Anlagen. Die inhaltliche Konkretisierung der Baugruppen erfolgt erst in Lernfeld 7. Dagegen wird in Lernfeld 6 die Fehlersuche stärker betont. Dies wiederum ist im Ausbildungsrahmenplan explizit in Zeitrahmen 3 aufgeführt. Es liegt auf der Hand, dass Funktionsanalysen oder Instandsetzungsarbeiten nicht ohne (systematische) Fehlersuche auskommen und diese berufliche Handlung immer impliziter Bestandteil der Ausbildung an dieser Stelle sein muss. Beide Ordnungsmittel berücksichtigten technische Dokumentationen und Unterlagen (auch in englischer Sprache), wobei allerdings im Lernfeld – im Gegensatz zum betrieblichen Teil – ein wichtiger Lern- und Arbeitsgegenstand fehlt, nämlich die Wartungs- und Instandhaltungspläne, auf denen Änderungs- und Instandsetzungsarbeiten immer basieren.

Auch an anderer Stelle sind für alle Berufe solche Unstimmigkeiten festzustellen. Nicht immer beziehen sich die zu vermittelnden Kompetenzen und Inhalte in den Zeitrahmen und den zugehörigen Lernfeldern auf dieselben Lern- und Arbeitsgegenstände oder beruflichen Handlungen. So kommt es relativ häufig vor, dass in zusammengehörenden Zeitrahmen und Lernfeldern zwar identische berufliche Handlungen (z. B. Instandhaltung) beschrieben werden, die aber an unterschiedlichen Arbeitsgegenständen bzw. technischen Systemen (z. B. betriebstechnische Anlage versus gebäudetechnische Anlage) durchgeführt werden sollen. Dies bedeutet, dass die Lernfelder und Zeitrahmen sich nicht immer komplementär zueinander verhalten.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Abstimmung der Lerninhalte am Ende der Ausbildung. In der Ausbildungsordnung ist dort die Position 17 bzw. der Zeitrahmen 11 vorgesehen. Die Umsetzung soll gemäß der neuen Konzeption im Einsatzgebiet erfolgen. Hier geht es primär um Auftragsabwick-

klung, Projektorganisation, Arbeitsplanung und Qualitätssicherung im Einsatzgebiet. Dabei werden die Arbeitszusammenhänge nicht mehr explizit erwähnt. Demgegenüber stehen die letzten drei Lernfelder 11 bis 13, in denen die technischen Gegenstände und die beruflichen Handlungen im Kontext expliziter beschrieben werden. Dies bedeutet, dass eine direkte Abstimmung der Ausbildungsinhalte in den Curricula zunächst nicht gegeben ist, sondern im Aushandlungsprozess zwischen Ausbildern und Lehrern geleistet werden muss. Dabei geht es immerhin um einen Zeitanteil von ca. einem Jahr. Der Vorteil dieser offenen Struktur ist die Möglichkeit der betrieblichen Konkretisierung. Der Nachteil ist dagegen die zusätzlich erforderliche Abstimmungsarbeit zwischen den schulischen Lerninhalten und den unterschiedlichen betrieblichen Realitäten.

Insgesamt ist die Absicht, beide Ausbildungspläne inhaltlich besser abzustimmen, zu erkennen. Die Einführung der neuen zeitlichen Gliederung kann durchaus als ein innovativer Schritt bewertet werden, welcher potenziell die Lernortkooperation auf curriculärer Ebene verbessern kann. Dennoch ist diese Synchronisierung nur bei oberflächlicher Betrachtung gelungen. Das liegt u. a. an der Tatsache, dass überhaupt zwei autonome Curricula existieren, die zusätzlich auch eine andere Struktur haben. Hinzu kommt, dass beide Curricula von unterschiedlichen Experten entwickelt wurden, die zwar – nach vorliegenden Informationen – den Abstimmungsprozess besser koordiniert haben, aber offensichtlich nicht tiefgehend genug. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Curriculumentwicklung über kein Konzept verfügt, bei dem die Lerninhalte im Hinblick auf das gemeinsame berufliche Handlungsfeld lernortspezifisch komplementär ausgewiesen werden. Zur curricularen Ermöglichung einer dual-kooperativen Ausbildung bedarf es deshalb einer strukturellen Veränderung, nämlich der Einführung eines Gesamtcurriculums, in welchem für jeden Beruf das gemeinsame berufliche Handlungsfeld mit seinen prägenden beruflichen Arbeitsaufgaben identifiziert und beschrieben werden und, basierend auf diesem gemeinsamen Referenzsystem, die lernortspezifischen

Bildungs-/Qualifizierungsziele und Lerninhalte ausdifferenziert werden. Solche Berufsbildungspläne wurden vom Institut Technik und Bildung (ITB) der Universität Bremen für einige gewerblich-technische Kernberufe entwickelt (vgl. z. B. RAUNER u. a. 2001).

Darüber hinaus ist die Entwicklung der zeitlichen Gliederung im Prozess der Curriculumentwicklung ein zusätzlicher Arbeitsschritt, der nicht nur dort mehr Zeit erfordert, sondern auch die Berufsbildungspraxis vor neue Herausforderungen stellt. In der betrieblichen Praxis muss nun zwischen sachlicher und zeitlicher Gliederung unterschieden werden. Hinzu kommt, dass trotz der Synchronisierung die konkrete Abstimmung der Ausbildungsphasen und -inhalte nach wie vor Aufgabe der Akteure in der Berufsbildungspraxis bleibt und damit vom je subjektiven Kooperationsverständnis abhängt. Inwieweit Lernortkooperation durch diese curriculare Neuerung intensiviert werden kann, sollte systematisch untersucht werden.

Fazit

Ein Ziel der Neuordnung war es, eine Berufsstruktur zu schaffen, die eine betriebsspezifische, flexible Umsetzung in allen elektrotechnischen Einsatzgebieten ermöglicht. Vor diesem Hintergrund erscheint auf den ersten Blick die Zuschneidung der Berufe nach elektrotechnischen Einsatzgebieten und den jeweils dort zu erbringenden spezifischen Industriedienstleistungen sinnvoll zu sein. Allerdings lässt sich aus dieser Zuschneidung nicht begründen, warum sechs bzw. sieben industrielle und vier bzw. fünf handwerkliche Elektroberufe, also insgesamt elf Elektroberufe, notwendig sind.

Eine detaillierte Curriculumanalyse zeigt, dass im Industriebereich eine Mischung aus Berufen mit weitem und engem Zuschnitt mit teilweise hohen Überlappungsbereichen (bis zu 75 %) geschaffen wurden sowie nahezu identische Berufe in Industrie und Handwerk. Dabei wurden zwei Berufe konstruiert, die dem von den Sozialpartnern selbst definierten Gestaltungsprinzip „offene und flexible Ausbildungsstruktur“ genügen. Der Anlagenberuf „Elektroniker/-in für Betriebstechnik“ und der Geräteberuf

„Elektroniker/-in für Geräte und Systeme“ sind relativ offen ausgestaltet und ermöglichen eine bedarfsorientierte, betriebsbezogene Präzisierung bzw. Schwerpunktsetzung in unterschiedlichen Branchen und Einsatzgebieten. Insofern stellen diese Berufe jeweils einen Kernberuf dar. Dies belegen auch die bisher vorliegenden Ausbildungszahlen der industriellen Elektroberufe: Etwa die Hälfte der Auszubildenden erlernt diesen Anlagenberuf (klassisch Starkstrom- bzw. Energietechnik) und ca. ein Viertel den Geräteberuf (klassisch Schwachstrom- bzw. Nachrichtentechnik).

Die anderen Berufe sind wesentlich enger zugeschnitten und beziehen sich auf sehr spezifische Technologiebereiche (Automatisierungstechnik, IIT/ICT-Systeme, Gebäudesystemtechnik, Maschinen- und Antriebstechnik sowie Luftfahrttechnik). Mit dem Automatisierungselektroniker und dem Systeminformatiker wurden Spezialisierungsberufe zu einem Kernberuf geschaffen. Darüber hinaus existieren mit dem Mechatroniker und den technischen IT-Berufen Ausbildungsberufe, die in identischen Einsatzgebieten an Betriebs-, Produktionsanlagen, Automatisierungs- oder IIT/ICT-Systemen tätig sind (bzw. sein könnten). Da diese Berufe aber nicht dem Berufsfeld Elektrotechnik zugeordnet sind, entschieden sich die Berufskonstrukteure vermutlich für die Schaffung neuer Elektroberufe für jene beruflichen Handlungsfelder. Das bedeutet, dass mehrere Berufe auf dem Ausbildungsstellenmarkt konkurrieren. Unabhängig vom interessengeleiteten Aushandlungsprozess innerhalb der Berufskonstruktion wäre es sachlich sinnvoller, die IT-Berufe in das Berufsfeld Elektrotechnik zu integrieren und, anstelle neuer überspezialisierter und nun konkurrierender Berufe, diese flankierenden Berufe auf das vorliegende elektrotechnische Einsatzgebiet zuzuschneiden.

Mit dem neuen Beruf des Elektronikers für Gebäude- und Infrastruktursysteme wurde ein neues Geschäftsfeld erschlossen. Auf dem Ausbildungsstellenmarkt ist bisher noch nicht festzustellen, dass damit neue Ausbildungsbetriebe gewonnen werden konnten. Die Ausbildungsquote liegt für diesen Beruf unter einem Pro-

zent. Des Weiteren besitzt dieser Spezialisierungsberuf eine Affinität zum handwerklichen Pendant (Gebäude-management/-leittechnik), wobei der Industrieberuf stärker auf Hersteller zugeschnitten ist, was vermutlich die Begründung für den neuen Industrieberuf ist. Gleichwohl wäre zu überlegen, einen gemeinsamen Beruf in Industrie und Handwerk zu schaffen und eine Spezialisierung in Abhängigkeit der betrieblichen Bedingungen (Anwender/Hersteller/Betreiber) zu ermöglichen.

In Bezug auf den industriellen Beruf des Automatisierungselektronikers und sein handwerkliches Pendant wäre es vermutlich ebenfalls sinnvoller gewesen – wie beim Elektroniker für Maschinen und Antriebssysteme – nur einen gemeinsamen Beruf zu schaffen. Für den Industrieberuf ist eine Nachfrage festzustellen, denn etwa 20 Prozent der Auszubildenden erlernen dort diesen Beruf. Dagegen ist dies im Handwerksbereich mit ca. 2 Prozent der Auszubildenden nicht zu beobachten. Inwieweit der Elektroniker für Maschinen- und Antriebstechnik als hochgradig spezialisierter Beruf eine Nachfrage erfährt, bleibt abzuwarten. Schließlich lag die Ausbildungsquote in beiden Vorgängerberufen nur bei etwas über einem Prozent im Berufsfeld Elektrotechnik. Dieser Trend scheint sich auch mit den neuen Berufen fortzusetzen.

Resümierend lässt sich feststellen, dass die zunehmend engere Verknüpfung der klassischen Energietechnik mit neuen Technologien in der Automatisierungstechnik, IuK-Technologie und der Gebäudesystemtechnik eine Einbeziehung der Berufe „IT-Systemelektroniker/-in“ und „Fachinformatiker/-in“ sowie affiner Berufe in einem modernisierten Berufsfeld Elektrotechnik nahe legt. Statt einer Vielfalt neuer Elektroberufe und anderer flankierender Berufe mit überlappenden Berufsbildern wäre die Einführung einiger weniger Kernberufe ausreichend, die in der Berufsbildungspraxis auf Basis der einzelbetrieblichen Spezialisierung und der jeweiligen Einsatzgebiete umgesetzt werden. Sinnvoll wären deshalb eine Rücknahme der Fachrichtungen und eine Konzentration auf die zentralen Produktions-, Service- und Dienstleistungsprozesse

(vgl. PETERSEN/RAUNER 2000). Im Rahmen der Expertendiskussion werden unter Berücksichtigung einer offenen und trennscharfen Ausbildungsstruktur vier Elektroberufe für die Anwendungsgebiete Produktionssystemtechnik, Gebäudesystemtechnik, Informations- und Kommunikationstechnik sowie Medientechnik vorgeschlagen (vgl. PETERSEN/RAUNER 2000, KNUTZEN/MARTIN 2000). Hierzu müssten Kernberufe mit einer wirklich offenen, dynamischen Berufsstruktur eingeführt werden, die eine wesentlich breitere Schwerpunktsetzung in den betrieblichen Einsatzgebieten bzw. Anwendungsfeldern zuließen (vgl. HEIDEGGER/RAUNER 1997).

Literatur

- BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung: Aus der Neuordnungsarbeit des BIBB 2003. Industrielle Elektroberufe – zum Ausbildungsstart 2003. Bonn 2003a
- BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung: Aus der Neuordnungsarbeit des BIBB 2003. Berufe im Elektrohandwerk – zum Ausbildungsstart 2003. Bonn 2003b
- BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT: Verordnung über die Erprobung einer neuen Ausbildungsform für die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 31 vom 11. Juli 2003, Berlin 2003
- BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT: Verordnung über die Erprobung einer neuen Ausbildungsform für die Berufsausbildung zum Elektroniker/zur Elektronikerin. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 31 vom 11. Juli 2003, Berlin 2003
- FISCHER, M./RAUNER, F. (Hrsg.): Lernfeld: Arbeitsprozess. Ein Studienbuch zur Kompetenzentwicklung von Fachkräften in gewerblich-technischen Aufgabenbereichen, Baden-Baden 2002
- HÄGELE, T.: Identifizierung und Strukturierung handwerklicher Arbeitsprozesse. In: PETERSEN, W. A./RAUNER, F./STUBER, F. (Hrsg.): IT-gestützte Facharbeit – Gestaltungsorientierte Berufsbildung. Baden-Baden 2001, S. 133-144
- HEIDEGGER, G./RAUNER, F.: Reformbedarf in der beruflichen Bildung für die industrielle Produktion der Zukunft. Düsseldorf: Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr NRW 1997
- JENEWEIN, K. u. a. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in Arbeitsprozessen. Baden-Baden 2004
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusministerien der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Stand 15.09.2000). Bonn 2000
- KMK – Kultusministerkonferenz: Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Betriebstechnik/Elektronikerin für Betriebstechnik. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003
- KNUTZEN, S./MARTIN, W.: Gebrauchswertorientierte Entwicklung der Berufsstruktur im Berufsfeld Elektrotechnik. In: lernen & lehren, 15. Jg. (2000), Heft 59, S. 5-9
- PETERSEN, W. A./RAUNER, F.: Memorandum: Neuordnung der Berufe in einem Berufsfeld Elektrotechnik-Informatik. In: lernen & lehren, 15. Jg. (2000), Heft 60, S. 43-45
- PIERINGER, I.: Neuordnung der Elektroberufe – Kernpunkte der Rahmenlehrpläne. In: lernen & lehren, 18. Jg. (2003), Heft 71, S. 110-115
- RAUNER, F.: Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee beruflicher Bildung. In: HEIDEGGER, G./GERDS, P./WEISENBACH, K. (Hrsg.): Gestaltung von Arbeit und Technik – Ein Ziel beruflicher Bildung. Frankfurt a. M./New York 1988, S. 32-51
- RAUNER, F.: Entwicklungslogisch strukturierte berufliche Curricula: Vom Neuling zur reflektierten Meisterschaft. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 95. Band (1999), Heft 8, S. 424-446
- RAUNER, F. u. a.: Berufsbildungsplan für den Industrieelektroniker. ITB-Arbeitspapiere Nr. 31. Bremen 2001
- ZVEI: Neuordnung der industriellen Elektroberufe. Präsentation. Verfahrensstand 20. März 2003. (URL: <http://www.zvei.org/berufe/default.htm>; Stand 11.12.2003)

Manfred Marwede

Perspektivwechsel in der zweiten Phase der Lehrerausbildung

*„Es ist nicht gesagt, dass es besser wird, wenn es anders wird. Wenn es aber besser werden soll, muss es anders werden.“
(Georg Christoph Lichtenberg)*

Lehrerbildung in Bewegung

Die Lehrerbildung ist nicht erst seit der Veröffentlichung der Schulleistungs-

tests von PISA in den Fokus geraten. Wollte man alle Veröffentlichungen der Wissenschaften, der Gewerkschaften und Lehrerverbände zur Verbesserung der Lehrerbildung aneinander reihen, kämen wohl mehrere 100 Meter zusammen – wenn nicht gar Kilometer. Es ist also schon vieles analysiert und auch Folgerichtiges aufgeschrieben worden. Zuletzt haben sich sehr inten-

siv die KMK¹ und die BLK² mit der Lehrerbildung befasst. Die dabei entstandenen Dokumente sind und sollen auch nicht Gegenstand dieser Ausführungen sein.

In Deutschland (mit Ausnahme der DDR) setzt man in der Lehrerbildung nach wie vor auf die Teilung der Ausbildung in zwei Phasen. Die „Erste Phase“ mit der 1. Staatsprüfung er-

Das Berufsbild

Lehrkräfte ...

- sind **Führungskräfte**, indem sie Verantwortung für die Vermittlung gesellschaftlich bedeutsamer **Werte** an Lernende übernehmen und **diese vorleben**,
- sorgen vor allem für die Befähigung der Lernenden zur Selbstorganisation der eigenen Lernprozesse, nehmen die **Erziehungsaufgabe** bewusst wahr, vermitteln gesellschaftliche Normen und Werte und sind **Vorbilder** für gegenseitige Achtung, Toleranz und Wertschätzung – auch untereinander im Kollegium.

Abb. 1: Berufsbild der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen

folgt an der Hochschule und die „Zweite Phase“ mit der 2. Staatsprüfung an den Landesinstituten für Lehrerbildung bzw. Lehrerausbildungsseminaren. Im Einzelnen erfolgen neuerdings verpflichtende Schulpraktika schon in der ersten Phase. Dies geschieht aber eher aus der Sicht der angehenden Pädagogen zur Eigenprüfung, ob sie die richtige Berufswahl getroffen haben.

Bewegungen gibt es auch in der Ausbildungskonzeption der zweiten Ausbildungsphase. Von einer Verkürzung der zweijährigen auf eine 18 Monate dauernde Ausbildungszeit bis zur Erprobung einer modularisierten Form (AQUA³) reichen zahlreiche Initiativen der einzelnen Bundesländer. Einzigartig in Deutschland ist aber die Verlagerung der zweiten Ausbildungsphase in die Verantwortung der Ausbildungsschulen nach festgelegten Ausbildungsstandards, wie sie jetzt in Schleswig-Holstein erfolgt ist. Das Landesseminar für das Lehramt an berufsbildenden Schulen ist nicht mehr in der Verantwortung der gesamten zweiten Ausbildungsphase (Inhalt/Organisation).

Im Folgenden werde ich den Perspektivwechsel aus der Sicht der berufsbildenden Schulen beschreiben und bewerten. Da die Verordnung auch für die Lehrerbildung der allgemeinbildenden Schulen und der Förderschulen gilt, wird die Bewertung vor dem

Hintergrund der Notwendigkeiten in den weiteren Schularten sicher in Teilen anders ausfallen.

Verlagerung der Verantwortung und der Ausbildungszeiten

Schleswig-Holstein setzt in der zweiten Ausbildungsphase für Lehrkräfte auf den Perspektivwechsel. Die Ausbildung für Lehrkräfte soll stärker auf die Praxis ausgerichtet und professioneller werden.

War bis zum 1.8.2004 das Landesinstitut, das Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein (IQSH), im Wesentlichen für die Ausbildung in der zweiten Phase verantwortlich, so ist nunmehr für die gesamte Ausbildung der Lehrkräfte in Ausbildung die jeweilige Ausbildungsschule verantwortlich.

Aber nicht nur die Verantwortung wurde auf die Schule verlagert, sondern auch Ausbildungszeiten. Fanden nach der alten Ausbildungsordnung ca. 720 Stunden im Ausbildungsseminar (Fachrichtung, Fach und Berufspädagogik) statt, so sind es nach der neuen Ausbildungsordnung nur noch 360 Stunden.

Kennzeichnend für die neue Lehrerausbildung ist also, dass federführend die Ausbildungsschule gemeinsam mit dem Landesinstitut zur Berufsbefähigung der Lehrkräfte beitragen soll. Ob dieser Anspruch mit der neuen Konzeption eingelöst werden kann, ist nicht systematisch analysiert, geschweige erprobt und untersucht worden. Die neue Konzeption wurde eingeführt – ohne gesicherte Kenntnisse darüber, was die alte Konzeption für die Berufsschullehrerausbildung überhaupt geleistet hat und die neue zu leisten imstande sein soll.

Die allgemeinen Ausbildungsstandards

Die Lehrkraft in Ausbildung ...

... plant mittelfristig Unterricht unter Berücksichtigung der Lehrpläne.

... plant Unterricht im Kontext von Unterrichtseinheiten.

... gestaltet Unterricht sachlich und fachlich korrekt.

... gestaltet Unterricht entsprechend den Aspekten der Lernkompetenz (Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz) bzw. entsprechend den Vorgaben der Lernfelder (Arbeits- und Geschäftsprozesse) in der beruflichen Bildung.

... fördert die Selbstständigkeit der Lernenden durch eine Vielfalt schüleraktivierender Unterrichtsformen, insbesondere durch Vermittlung von Lern- und Arbeitsstrategien. Die Lehrkraft i. A. bezieht Lernende aktiv in die Gestaltung von Unterricht ein.

... berücksichtigt unterschiedliche Voraussetzungen und Kompetenzen der Lernenden.

Abb. 2: Allgemeine Ausbildungsstandards (1)

Elemente der neuen Ausbildungskonzeption

Auf einige Elemente der neuen Ausbildungskonzeption soll hier näher eingegangen werden. Dabei sind die folgenden Ausführungen in diesem Abschnitt in großen Teilen wörtlich der „Landesverordnung über die Ordnung des Vorbereitungsdienstes und die Zweite Staatsprüfung der Lehrkräfte“⁴ entnommen.

Die Ausbildung der Lehrkräfte erfolgt erstens durch die Schulen der entsprechenden Schulart und zweitens durch das Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein (IQSH). Die Lehrkräfte in Ausbildung werden einer *Ausbildungsschule* zugewiesen. Die Ausbildungsschule hat ein *Ausbildungskonzept* (vgl. Abb. 4), das am *Berufsbild* (vgl. Abb. 1) und an den *Ausbildungsstandards* (vgl. Abb. 2 und 3) ausgerichtet ist, zu erstellen. Die Schulleiterin oder der Schulleiter ist unmittelbare *Vorgesetzte* oder unmittelbarer *Vorgesetzter* der Lehrkraft in Ausbildung. Während die Ausbildung sich an der Schule wie bisher in Hospitationen, Unterricht unter Anleitung und eigenverantwortlichen Unterricht gliedert, sind zwei Ausbildungselemente neu hinzugekommen: Die *Mitarbeit in den Teamstrukturen*

Die allgemeinen Ausbildungsstandards

Die Lehrkraft in Ausbildung ...

... dokumentiert die Kompetenzentwicklung der Lernenden mit unterschiedlichen Verfahren.

... gestaltet den Unterricht so, dass Zeit effizient genutzt wird.

... gestaltet Lernräume adressaten- und funktionsgerecht.

... setzt Medien funktional ein.

... macht Lernenden, Eltern und Partnern der Schule die Bewertungskriterien transparent.

... beurteilt die Leistungen der Lernenden nach kompetenz-bezogenen Kriterien.

... evaluiert den eigenen Unterricht systematisch unter Einbeziehung der Lernenden.

Abb. 3: Allgemeine Ausbildungsstandards (2)

der Schule und die Beteiligung an wesentlichen *schulartspezifischen Aufgaben* der entsprechenden Laufbahn, *einschließlich Prüfungen*.

Neu ist auch eine systematische Qualifizierung der *Ausbildungslehrkräfte*. Sie werden mit 64 Stunden durch das Landesinstitut auf die neue Aufgabe hin qualifiziert (mit einem Zertifikat). Die Ausbildungslehrkräfte haben die Aufgabe, die Lehrkräfte in Ausbildung

in der schulischen Bildungs- und Erziehungsarbeit mit Blick auf die Ausbildungsstandards anzuleiten, zu beraten und zu unterstützen. Sie führen mindestens am Beginn der Ausbildung und nach sechs Monaten Orientierungsgespräche über den Stand und die persönliche Ausgestaltung der Ausbildung mit der Lehrkraft. Die Ausbildungslehrkraft wird nicht mehr zur Beurteilung herangezogen.

Die Ausbildung durch das IQSH besteht im Wesentlichen aus *Pflicht- und Wahlmodulen*. Die Lehrkräfte in Ausbildung müssen in ihrer *Ausbildungsdokumentation* (Portfolio) die durch das IQSH durchgeführten Ausbildungsveranstaltungen im Umfang von 360 Zeitstunden nachweisen. Dabei entfallen mindestens 240 Zeitstunden auf die Pflichtmodule. Die 240 Zeitstunden verteilen sich in der Regel zu gleichen Umfängen auf das Fach, die Fachrichtung und die Berufspädagogik. Die Lehrkraft in Ausbildung soll in der Dokumentation auch auswertende Berichte über die eigenen unterrichtlichen und schulischen Aktivitäten und die Unterrichtshospitationen sowie die Teilnahme an Modulen aufnehmen. Der Textteil der Dokumentation soll einen Umfang von etwa zehn Seiten haben.

Wurde nach der alten Ausbildungsordnung nur eine *Hausarbeit* angefertigt, so müssen zukünftig die Lehrkräfte in Ausbildung in der jeweiligen Fachrichtung

Ausbildungskonzept für Lehrkräfte in Ausbildung an der Walther-Lehmkuhl-Schule (Manfred Marwede, Ernst-G. Blunck-Brandtner)



1. Vorbemerkung
2. Leitbild (Berufsbild) für das Handeln von Lehrkräften
3. Funktion von Qualitätsstandards in der Ausbildung
 - I Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht
 - II Mitgestaltung und Teamentwicklung
 - III Erziehung und Beratung
 - IV Selbstmanagement
 - V Bildungs- und Erziehungseffekte
4. Durchführung der Ausbildung
 - 4.1 Aufgaben der Schulleitung bzw. des Ausbildungskoordinators
 - 4.2 Aufgaben der Ausbildungslehrkräfte
5. Verteilung der Ressourcen (Ausgleichsstunden)
6. Grundelemente der Ausbildung an der WLS
7. Ablauf und Organisation der Ausbildung
8. Bericht zum Stand der Ausbildungsqualität (Kordinator)

Abb. 4: Beispiel eines Ausbildungskonzeptes

Was uns als Ausbildungsschule wichtig ist!



- Die **Verantwortung** für die Ausbildung annehmen und die Ausbildungsaufgabe konstruktiv gestalten.
- Durch **Subjektorientierung** die Reflexionsfähigkeit und Handlungskompetenz fördern und ausbauen.
- **Qualität** durch ein Ausbildungsmanagement (Schulleiter/Ausbildungskordinator) **sichern**.
- Die Ausbildung mit dem **Seminar** hinsichtlich der Ausbildungsstandards/Leitbilder abstimmen.
- Das Ausbildungskonzept gemeinsam mit den Ausbildungslehrkräften/Ausbildungskordinator entwickeln und einer **Prozessevaluation** unterziehen.

Die Gewichtung wird wie folgt festgelegt:

1. erste Hausarbeit (15 %)
2. zweite Hausarbeit (15 %)
3. dienstliche Beurteilung (25 %)
4. schriftlicher Test (5 %)
5. erste Unterrichtsstunde (15 %)
6. zweite Unterrichtsstunde (15 %)
7. die Aufgabe im Bereich Pädagogik, Diagnostik und Schulentwicklung (10 %)

Aus den gewichteten Noten für die einzelnen Prüfungsteile wird eine Gesamtnote ermittelt.

Erste Erfahrungen aus dem Umsetzungsprozess (nach dem ersten Semester)

Selbstverständlich ist es noch viel zu früh, ein qualifiziertes Urteil über die neue Ausbildungskonzeption abzugeben. Wichtig ist die Einstellung der verantwortlichen Akteure (vgl. Abb. 5) zum Umsetzungsprozess, denn es ist durchaus möglich, Bewährtes in die neue Ausbildungs- und Prüfungspraxis zu übernehmen und die Chance für das notwendige Neue zu nutzen.

Durch zahlreiche Informationsschriften des Landesinstitutes sowie in Schulleiterdienstversammlungen wurde die Umstellung der Ausbildung für

Abb. 5: Wichtige Aspekte aus Sicht einer Ausbildungsschule

tung und im Fach eine Hausarbeit anfertigen. In den zwei Hausarbeiten dokumentiert und reflektiert die Lehrkraft in Ausbildung, wie Inhalte des jeweiligen Moduls im eigenen Unterricht umgesetzt worden sind. Dabei ist sicherzustellen, dass die Hausarbeiten unterschiedliche Einsatzbereiche der Lehrkraft abdecken. Die Hausarbeiten werden allein vom jeweiligen zuständigen Mitarbeiter bzw. der Mitarbeiterin (ehemals Studienleiter/-in) des IQSH benotet. Im Rahmen der Hausarbeit hospitiert die zuständige Mitarbeiterin oder der zuständige Mitarbeiter des IQSH ein bis zwei Unterrichtsstunden bei der Lehrkraft in Ausbildung.

für 30 Minuten Vorbereitungszeit zur Verfügung. Die Prüfungszeit beträgt ebenfalls 30 Minuten. Im Anschluss daran findet ein Prüfungsgespräch im Umfang von 60 bis 90 Minuten zwischen der Prüfungskommission und der Lehrkraft in Ausbildung statt, in dem die Ausbildungsdokumentationen und die pädagogische Arbeit am Prüfungstag reflektiert werden. Abschließend sei noch die Ermittlung der Prüfungsnote kurz beleuchtet.

Die Prüfungskommission ist nach der neuen Ausbildungsordnung wesentlich verkleinert worden. Sie umfasst in der Regel nur noch vier Personen – darunter drei externe (zwei Mitarbeiter/-innen des IQSH, ein Vertreter/eine Vertreterin des Ministeriums und der Schulleiter/die Schulleiterin). Die Prüfungskommission begleitet die Lehrkraft in Ausbildung am Prüfungstag in einer Unterrichtsstunde je Fach und Fachrichtung. Daneben umfasst die Prüfung eine an einem Fallbeispiel gebundene Aufgabe im Bereich der Pädagogik oder Schulentwicklung, die vom IQSH vorbereitet und von der Prüfungskommission am Prüfungstag gestellt wird. Der Lehrkraft stehen da-



Abb. 6: Lernortkooperation in der zweiten Phase der Lehrerbildung

Lehrkräfte vorbereitet und begleitet. Diese beachtliche Leistung des Landesinstitutes sollte positiv herausgestellt werden, auch wenn eine stärkere Beteiligung bei der Auslegung der neuen Ausbildungsordnung durch Schulleiterinnen und Schulleiter der berufsbildenden Schule der Situation angemessen wäre. Eine solche Nichtberücksichtigung erfordert umgehend eine Verpflichtung zur Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen den verantwortlichen Akteuren des Landesinstitutes und der Ausbildungsschulen mit dem Ziel einer Lernortkooperation, die nicht nur – wie in der betrieblichen dualen Berufsausbildung – eher auf dem Papier als in der gelebten Wirklichkeit existiert, will man vom bloßen Nebeneinander in der Lehrerausbildung zu einem konstruktiven Miteinander kommen (vgl. dazu auch Abb. 6).

„Machen wir die richtigen Dinge, und machen wir sie richtig“ ist eine zentrale Leitfrage im Qualitätsmanagement. Dieses Motto gilt insbesondere für innovative Prozesse, weil Neues nicht automatisch Besser ist oder zur Verbesserung führt. Es bleibt einer späteren (in zwei bis drei Jahren) Bewertung überlassen, ob die neue Ausbildungskonzeption der zweiten Phase in Schleswig-Holstein die in sie gesetzten Erwartungen und Ziele erfüllt hat. Eins gilt aber heute schon: Theorie und Praxis müssen stärker als Qualifizierungsprozesse aufeinander bezogen und abgestimmt werden.

Anmerkungen

- ¹ Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften (Beschluss der KMK vom 16.12.2004). Vgl. auch:

www.kmk.org/doc/beschl/standards_lehrerbildung.pdf.

- ² Innovative Konzepte der Lehrerbildung (2. und 3. Phase): Ein BLK-Modellversuchsprogramm (01.02.2001 bis zum 31.12.2005) Vgl. auch: www.innovellebs.de.
- ³ Adressatenbezogene Qualifizierung: Qualitätssicherung und Attraktivitätssteigerung des Lehrerberufs an beruflichen Schulen. Vgl. auch: www.isb.bayern.de.
- ⁴ Landesverordnung des Vorbereitungsdienstes und die Zweite Staatsprüfung der Lehrkräfte vom 22. April 2004, geändert durch Gesetz vom 15. Juni 2004. Vgl. auch: www.iqsh.de.

Wilfried Staudt:

Berufsfeld Fahrzeugtechnik

Bildungsverlag E1NS 2004. Lernfelder 1-4, 368 Seiten, mit CD-ROM; ISBN 3-427-04258-8; 39,80 Euro, Lernfeld 5, Juli 2004, 72 Seiten, mit CD-ROM; ISBN 3-427-04360-6; 9,80 Euro, Lernfeld 6, September 2004, 64 Seiten, mit CD-ROM; ISBN 3-427-04362-2; 8,80 Euro, Lernfeld 7, November 2004, 127 Seiten, mit CD-ROM; ISBN 3-427-04364-9; 15,80 Euro, Lernfeld 8, Februar 2005, 48 Seiten, mit CD-ROM; ISBN 3-427-04366-5; 6,80 Euro, Unterrichtsbegleitmaterial zu den Lernfeldern 1-4, CD-ROM; ISBN 3-427-04259-6; 20,80 Euro

Durch die Neuordnung der fahrzeugtechnischen Berufe im Jahr 2003 haben Lernfelder die alten Lerngebiete abgelöst. In den berufsbildenden Schulen begann damit die Suche nach geeignetem Unterrichtsmaterial, die sich nicht immer einfach gestaltete, da die Umstellung auf das Lernfeldkonzept nicht allen Lehrbuchautoren gelang. Die Reihe „Berufsfeld Fahrzeugtechnik“ von WILFRIED STAUDT versorgt die Schüler und die Lehrerschaft mit

einem Komplettpaket für die Arbeit in den Lernfeldern, welches aus Lern- und Arbeitsbuch sowie Zusatzmaterialien und Unterrichtsbegleitmaterial für die Lehrkräfte auf CD-ROM besteht.

Das Besondere an den vorliegenden Lernmaterialien ist die konsequente Strukturierung nach Lernfeldern, die durchgehend handlungssystematisch aufgebaut sind. Staudt verwendet dazu Kundenbeanstandungen, die im Anschluss in Anlehnung an eine vollständige Handlung ausgearbeitet werden. Zentrale Teile für jedes Lernfeld sind die

- Kundenbeanstandung bzw. der Kundenauftrag,
- Informationsbeschaffung,
- Arbeitsplanung, Fehlerdiagnose, Durchführung der Arbeiten, Überprüfung der Arbeitsqualität.

Durch eine farbliche Absetzung des jeweils ersten und letzten Teils (gelb, Erarbeitungsphase) wird die dort beabsichtigte Handlungsorientierung deutlich gemacht. Mit der Informationsbeschaffung in den vom Umfang her dominierenden mittleren Teilen werden

die fachsystematischen Zusammenhänge dargelegt. Die Informationsdarstellung im Mittelteil ist einerseits techniksistematisch aufgebaut, wird aber andererseits durch zahlreiche Signalbilder aus Messungen, durch Hinweise zur Werkzeugverwendung und zu Arbeitsabläufen ergänzt. So versucht STAUDT dem Lernfeldanspruch gerecht zu werden und das Buch im wahrsten Sinne des Wortes gleichzeitig als Lehrbuch (zum Nachschlagen) und als Arbeitsbuch (Bearbeitung des Kundenauftrags) verwendbar zu gestalten. Übungsaufgaben (in blau-grau gehalten) dienen der selbstständigen Schülerarbeit mit den auf CD mitgelieferten Arbeitsblättern.

Zur Unterstützung der Konzeption liegt den Heften eine CD mit Zusatzmaterial bei, auf der sich vielfältige Informationsdateien zu den behandelten Themen, Arbeitsblätter für den Unterricht, Auszüge aus den Heften bis hin zu Internet-Adressen zur Informationsbeschaffung im Netz finden. Zudem ist die CD mit dem ESItronic Trainer ausgestattet, der mit der Arbeit der ebenfalls den Heften beiliegenden Demo-Version der ESItronic-CD der

Firma Bosch vertraut macht. Letztere enthält jeweils die Freischaltung für diejenigen Fahrzeugdaten, die in den Heften verwendet werden. Die Nutzung einer Werkstattsoftware hat den Vorteil, dass keine idealisierten, sondern reale Schaltpläne, Arbeits- und Prüfabläufe sowie Prüfwerte zum Gegenstand des Unterrichts werden. Dies dürfte die Motivation der Lernenden erheblich steigern und erleichtert den Wissenstransfer in die betriebliche Praxis. Ganz im Sinne der Lernfeldkonzeption sind Ergänzungen zur technischen Mathematik in den Lernfeldkapiteln integriert und werden durch zusätzliche Übungen auf der Zusatzinformations-CD ergänzt. Auch an das Üben mit dem Umgang englischsprachiger Texte ist im integrativen Sinn gedacht.

Ab dem Lernfeld 5 stellt STAUDT Fahrzeugsysteme stärker in den Vordergrund und behandelt Kundenaufträge unter dem Gesichtspunkt der Qualitätssicherung. So fällt seine Interpretation der berufsbezogenen Vorbe-

merkungen des Rahmenlehrplans aus, die er im Lernfeldheft 5 den Inhalten voranstellt und die doch etwas für Verwirrung bei den Kapitelüberschriften sorgt.

Dankenswerterweise erläutert STAUDT auf der CD mit dem Unterrichtsbeigleitematerial seine Fachbuchkonzeption und die von ihm angedachte methodisch-didaktische Vorgehensweise. Ohne diese Ergänzungen erschließt sich der Lehrkraft nicht unmittelbar, wie mit der Buchstruktur umzugehen ist. Dies war allerdings schon bei STAUDTS – man möchte fast sagen revolutionären – „Erstlingswerk“ im Jahr 1987 mit seinen rosa Seiten zur Arbeitsplanung nicht leicht, ermöglicht aber damals wie heute einen kreativen und flexiblen Umgang mit dem Werk. In Unterrichtsablaufstrukturen stellt STAUDT dar, wie – in Erarbeitungs-, Übungs- und Vertiefungsphasen unterteilt – ein handlungsorientierter Unterricht unter Verwendung der Reihe ablaufen könnte.

Das Fachbuchkonzept „Berufsfeld Fahrzeugtechnik“ kann insgesamt wohl für sich in Anspruch nehmen, dass mit diesem das Lernfeldkonzept des Rahmenlehrplans sehr gut umgesetzt worden ist. Es enthält eine Vielzahl an Ideen für einen handlungsorientierten und an Arbeitsprozessen ausgerichteten Unterricht, der zum Teil auch eins zu eins mit den mitgelieferten Materialien umsetzbar ist. Eine gewisse Gewöhnung an die neuen Gliederungsstrukturen ist sicherlich notwendig, aber sie ist auch ein Muss, damit die Abkehr von einer lernfeldunverträglichen Techniksensystematik gelingen kann.

„Berufsfeld Fahrzeugtechnik“ kann allen Kfz-Lehrkräften uneingeschränkt empfohlen werden. Auch wer sich mit Lernfeldstrukturen im Allgemeinen auseinandersetzt, wird mit der Reihe eine Fülle an Anregungen und Diskussionswürdiges finden.

Matthias Becker

Reinhard Bader/Martina Müller (Hrsg.):

Unterrichtsgestaltung nach dem Lernfeldkonzept

352 Seiten. ISBN 3-7639-3146-5. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld 2004, 35,00 Euro

Seit Mitte der neunziger Jahre existiert das Lernfeldkonzept der Kultusministerkonferenz (KMK), nach dem die Ordnungsmittel für die Berufsschule zu strukturieren sind. Diese Arbeit stellt hohe Anforderungen an die curriculare Kompetenz aller beteiligten Akteure auf drei Ebenen didaktischer Planung und Entscheidung – in den Rahmenlehrplanausschüssen der KMK, den Bildungsgangkonferenzen in den Schulen sowie bei der Entwicklung konkreter Lernsequenzen für den berufsschulischen Unterricht.

Eingebettet in das Modellversuchsprogramm „Neue Lernkonzepte in der dualen Berufsausbildung“ der Bundesländer-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK)

unterstützten die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen die Einführung und Begleitung des Lernfeldkonzepts durch den Modellverbund „Steigerung der Effizienz neuer Lernkonzepte und Unterrichtsmethoden in der dualen Berufsausbildung (SELUBA)“. Aufgabe in den Modellversuchen der beiden Länder war es, Konzepte und Arbeitshilfen für die Lehrplanentwicklung, für die Organisation von Unterricht sowie für die Gestaltung handlungsorientierter Lernsequenzen zu erarbeiten, zu erproben sowie partiell zu evaluieren. Aus dieser Arbeit ist schließlich auch der vorliegende Band hervorgegangen. Seine Beiträge gliedern sich in insgesamt fünf Themenbereiche, die sich im Zusammenhang mit der Einführung und Weiterentwicklung des Lernfeldkonzeptes als projektrelevant erwiesen haben.

Im ersten Themenbereich „Handlungsfelder aufsuchen – Lernfelder konzipieren“ detailliert zunächst REINHARD BADER eine Anleitung zum Konstruieren von Lernfeldern und zum

Entwickeln von Lernsituationen, die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des BLK-Modellversuchsbundes entstanden ist. Ein weiterer Beitrag von BADER klärt wesentliche Absichten der Handlungsorientierung als didaktisch-methodisches Konzept in der Berufsbildung.

Vergleichbare Problemstellungen aufgreifend, entwickelt MARTINA MÜLLER einen Prozessleitfaden zum Aufbau eines lernfeldstrukturierten KMK-Rahmenlehrplanes. Auf der Grundlage zu ermittelnder beruflicher Handlungen werden dazu zunächst Arbeits- bzw. Geschäftsprozesse systematisiert, um hieraus Handlungsfelder zu präzisieren. Das anschließende Konstruieren und didaktische Reflektieren einzelner Lernfelder sowie das Ermitteln entsprechender Lernfeldinhalte erfolgt nicht ohne jeweils dazwischen geschalteter Qualitätsanalysen.

Das Identifizieren und Sammeln möglicher Handlungsfelder veranschaulicht auch MARTINA MÜLLER zusammen mit GERNOT G. HERRMANN konkret am

treffenden Beispiel des (virtuellen) „Berufs“ „Lehrplanentwickler/-in“. Dieser kurze und detaillierte Aufsatz legt plausible Ergebnisse dar, die für Mitglieder in Rahmenlehraus-schüssen gedacht sind und die in „reale“ Berufe bzw. Berufsfelder über-tragbar erscheinen.

Wohl auch, um terminologischen Un-klarheiten vorzubeugen, beschließen MÜLLER und BADER den ersten Themenbereich mit Erläuterungen von „Fach“-Begriffen, die im engem Bezug zum Lernfeldkonzept zum Sprachge-brauch gehören, wie etwa die Begriffe „Arbeitsprozess“, „Curriculum“, „Handlungsfelder“, „Lernsituationen“, „Lernortkooperation“.

Der zweite Themenbereich „Fachsys-tematik und Handlungssystematik vernetzen“ eröffnet mit Beiträgen von FRANZ BERNARD und WERNER BLOY, die Auffassungen aus einem eher fachdi-daktischen Blickwinkel offerieren. BERNHARD mahnt, nach wie vor auch den „sachlogischen Aufbau“ von Unterrichtsinhalten abzusichern und erinnert an handlungsorientierte Bezü-ge in „technischen Fächern der Be-rufsausbildung der DDR“. Einen bei-spielhaften Weg für die Erarbeitung schulinterner Curricula findet BLOY, der „grundlegende Lehrgegenstände“ (z. B. technische Mathematik) in ein-zelnen Lernfeldern des Berufsfeldes Bautechnik platziert.

Über die Vernetzung von Fachsys-tematik und Handlungssystematik in den IT-Berufen äußern sich ROBERT KRENZ, FRIEDRICH-WILHELM MEYER und PETER WERNER, die hierzu u. a. eine didaktische Jahresplanung für den Beruf „Fachinformatiker/-in“ (Fach-richtung Anwendungsentwicklung) vorlegen. Es gelingt, einige Lernse-quenzen zu planen, durchzuführen und auszuwerten sowie Möglichkeiten zu erörtern, wie unterrichtliche Kon-kretisierungen von Lernsituationen in-formationstechnisch unterstützt wer-den können.

Thematisch anschließend befasst sich HOLDE DEISENROTH mit der Verknüpfung berufsbezogener und berufsübergrei-fender Lernbereiche. Insbesondere stellt sie hierbei die Frage in den Vordergrund, wie die Fächer Deutsch, Politik, Sport oder Religionslehre in Lernfeldern und Lernsituationen zu in-

tegrieren sind. In konkreten Unter-richtsbeispielen kann eine grundsätzli-che Machbarkeit nachgewiesen wer-den, woran wiederum auch MARTINA MÜLLER anschließt: Sie erläutert „neue Rahmenrichtlinien“, anhand derer es möglich scheint, das Fach Deutsch in den vier Aufgabenbereichen „Sprach-gebrauch“, „Sprachreflexion“, „Um-gang mit Texten“ sowie „Medien“ nicht nur fach-, sondern vor allem be-rufsbezogen aufzubereiten.

Im dritten Themenbereich „Lernfelder in den Schulen didaktisch konkretisie-ren“ widmet sich die Arbeitsgruppe SELUBA-NRW zunächst einer didakti-schen Jahresplanung am Beispiel des Berufsbildes „Informationselektroniker/-in“. Ausführlich kann die Arbeit in Lernfeldern und Lernsituationen an-hand exemplarischer Konkretisierun-gen nachvollzogen werden, was die Zusammenarbeit der Lernbereiche zur Verknüpfung berufsübergreifender In-halte einschließt. Ebenfalls dokumen-tiert finden sich Möglichkeiten zu „pro-zess- und subjektbezogenen“ Lerner-folgsüberprüfungen sowie ein Vor-schlag einer mehrschrittigen Evalua-tion einer didaktischen Jahresplanung für den Beruf „Mechatroniker/-in“.

Auf Arbeitshilfen, die derartige Entwik-klungs- und Umsetzungsprozesse professionalisieren und beschleunigen könnten, verweist MARION SPANNEBERG mit Ergebnissen so genannter „Koordi-nierungsgruppen“, die Richtlinien und Anregungen zur Einführung des Lern-feldkonzeptes an Schulen des Landes Sachsen-Anhalt projiziert haben.

Der vierte Themenbereich „Hand-lungskompetenz überprüfen“ leitet mit einem Beitrag zur „Lernerfolgsüber-prüfung“ ein, in welchem HELMUT RICHTER zunächst Grundlagen und Proble-me – wie etwa die Lernerfolgsüberprü-fung aus rechtlicher und aus pädago-gischer Sicht – beleuchtet. Er detail-liert „Gütekriterien einer Lernhandlung als Indikatoren für Handlungskompe-tenz“ und reflektiert eine „situations-bezogene schriftliche Klassenarbeit im Rahmen eines Lernfeldes als An-wendungsbeispiel der Gütekriterien einer Lernhandlung“.

Zu ähnlichen Problemstellungen äu-ßert sich auch OTTO ALLENDORF. Er mahnt, „die Lücke zwischen offenen, kommunikativen Unterrichtskonzept-

ten und lehrerzentriert-geschlossenen Überprüfungs- und Beurteilungskon-zepten“ zu schließen und entwickelt Leitlinien für kompetenzorientierte Lernerfolgsüberprüfungen.

Den fünften und letzten Themenbe-reich „Durch Evaluation Gestaltungshinweise gewinnen“ eröffnet BIRGIT DI-MANSKI mit zwei Beiträgen, in denen sie empirische Befunde zum „handlungs-orientierten Unterricht“ sowohl aus der Sicht der Lernenden wie auch aus der Perspektive der Lehrenden vor-stellt. Die Befunde stammen aus Inter-views mit Lernenden und Lehrenden an Modellversuchsschulen in Sach-sen-Anhalt und liefern Sach- und Pro-zesseinschätzungen von Akteuren, über die bisher nur vermutet werden konnte. In einer weiteren Befragung teilen Lehrende Erfahrungen über ihr Zusammenwirken bei der Lernfeldar-beit mit, worüber BIRGIT BERGER be-richtet. Die Evaluation liefert Ergeb-nisse etwa darüber, inwieweit das Lernfeldkonzept die Teamarbeit zwi-schen Lehrern fordert und fördert, was auch die Ausprägung der Sozialkom-petenz bei Lehrpersonen einschließt.

Eine umfassende und globale Evalua-tion zum Stand der Bildungsgangar-beit im Hinblick auf das Lernfeldkon-zept präsentieren schließlich HOLDE DEISENROTH und JANINE KÖBBING im letzten Beitrag des Sammelbandes: Die „kontrollierte Erhebung“ auf der Basis einer Faktorenanalyse führt zu zentralen Arbeits- und Ergebnisfeldern an den Modellversuchsschulen und zu acht theseartigen, schul- und unter-richtsorganisatorisch ausgerichteten Empfehlungen für die Umsetzung des Lernfeldkonzeptes an beruflichen Schulen.

Die im vorliegenden Sammelband unterbreiteten Konzepte, Handrei-chungen, Forschungsergebnisse, Erfah-rungen und Befunde aus Evalua-tionsstudien zeugen zunächst von der Komplexität und Vielschichtigkeit der Arbeiten zur Einführung des Lernfeld-konzeptes, denn alle Autorinnen und Autoren waren in unterschiedlichsten Bereichen und Funktionen am Modell-versuch beteiligt: in der Planung und Organisation, in der Curriculument-wicklung, in der Lehrerfortbildung, in der Erstellung von Gutachten, in der Evaluation, in der wissenschaftlichen

Begleitung. Dennoch gelingt es den Herausgebern, mit der Auswahl und Zusammenstellung der Beiträge ein zusammenhängendes, kompaktes Bild zum Stand von Theorie, Praxis und Auswertung der Bildungsgangarbeit zur Lernfeldeinführung an Modellversuchsschulen in Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen zu entwerfen. Stärken des Sammelbandes liegen dabei eindeutig auch in der Dokumentation, Analyse und Auswertung

umsetzungspraktischer Fragestellungen bei der schul- und unterrichtsorganisatorischen Handhabung bisher nur bildungstheoretisch begründeter Konzepte und ministerialer Vorgaben.

Insgesamt bietet dieser Bericht über den noch lange nicht abgeschlossenen Prozess der Lernfeldeinführung zahlreiche Möglichkeiten, „aus Erfahrungen anderer zu lernen“, theoriehinterlegte und unterrichtspraktisch er-

probte Gestaltungshinweise zu nutzen, aber auch fundierte Hilfestellungen, um eigene Gestaltungskonzepte zu entwickeln, durchzuführen und auszuwerten. Der Sammelband ist damit allen Berufsbildnerinnen und Berufsbildnern nahe zu legen, die mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes befasst sind bzw. dieses in naher Zukunft beabsichtigen.

Franz F. Mersch

Mitgliederversammlung der GTW

Die nächste Mitgliederversammlung der Arbeitsgemeinschaft der Gewerblich-Technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken (GTW) innerhalb der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. findet während der 14. Hochschultage Berufliche Bildung in Bremen statt. Sie ist für Donnerstag, 16. März 2006, um 18.15 Uhr in den Räumlichkeiten der Universität Bremen geplant. Informationen zu dem genauen Ort sowie die Tagesordnung werden den Mitgliedern rechtzeitig zugehen.

Nähere Informationen:

GTW-Koordinierungsstelle im ITB
Dr.-Ing. Joachim Dittrich
Institut Technik + Bildung, Universität Bremen
Am Fallturm 1, 28359 Bremen

Tel: (04 21) 218-46 50, Fax: (04 21) 218-46 37
email: dittrich@uni-bremen.de
<http://www.itb.uni-bremen.de/gtw>

Nähere Informationen zu den Hochschultagen 2006 finden Sie auf der Website www.hochschultage-2006.de.

In eigener Sache

Veränderungen gibt es allerorten, besonders häufig sind sie zum Jahreswechsel auszumachen. Auch der Kreis der Schriftleiter und der Herausgeber dieser Zeitschrift der Beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik bleibt davon nicht ausgenommen.

Seit dem Erstellen von Heft 49 im Jahre 1998 nimmt GEORG SPÖTTL die Aufgaben eines Schriftleiters mit Engagement und klarer Diktion wahr. Sicher war es nicht immer leicht, trotz aller beruflichen Verpflichtungen den seinerzeit entstandenen Verzug bei der Hefterstellung abzubauen und zu einem pünktlichen Erscheinen der Ausgaben beizutragen. Zahlreiche neue Aufgaben sind für GEORG SPÖTTL dazu gekommen, sodass er sich genötigt sah, die Aufgaben eines Schriftleiters abzugeben und letztmals für Heft 79 verantwortlich zu zeichnen. In Wertschätzung seiner Arbeit zum Wohle

der Zeitschrift wurde GEORG SPÖTTL auf Vorschlag der BAG Metalltechnik in den Kreis der Herausgeber berufen.

Mit dem jetzt vorliegenden Heft 81 übernimmt VOLKMAR HERKNER die Aufgaben der Schriftleitung von GEORG SPÖTTL. VOLKMAR HERKNER kommt aus dem Metallbereich, ist promovierter Berufspädagoge und nimmt derzeit die Aufgaben einer Vertretungsprofessur am Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) in Flensburg wahr.

FRANZ STUBER ist seit Heft 64 im Jahre 2001 als Schriftleiter für die Zeitschrift tätig und hat trotz der intensiven zeitlichen Beanspruchung als Professor der Fachhochschule Münster die erforderliche Zeit gefunden, diese Aufgabe wahrzunehmen. Nun hat die berufliche Belastung in einem Maße zugenommen, dass FRANZ STUBER gebeten hat, ihn von den Aufgaben eines Schriftleiters zu entbinden. Mit Betrübnis mussten wir seiner Bitte entsprechen, FRANZ STUBER hat zuletzt für

Heft 80 verantwortlich gezeichnet. Als Nachfolger im Amt eines Schriftleiters aus dem Bereich der Elektrotechnik-Informatik konnte zwischenzeitlich WALDEMAR BAUER gewonnen werden, der derzeit am Institut Technik und Bildung (ITB) in Bremen tätig ist und seine Promotion erfolgreich beendet hat.

Die Herausgeber und die Vorstände der Bundesarbeitsgemeinschaften danken GEORG SPÖTTL und FRANZ STUBER für die geleistete Tätigkeit, freuen sich auf die gemeinsame Arbeit mit beiden neuen Schriftleitern, wünschen ihnen Erfolg und auch ein wenig Zufriedenheit sowie Freude bei einer manchmal schwierigen Aufgabe, die oft unter großem Zeitdruck steht und manchen Kompromiss erfordert.

Für den Kreis der Herausgeber und der Vorstände der beiden Bundesarbeitsgemeinschaften

Bernd Vermehr

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Adolph, Gottfried

Prof. Dr., em. Hochschullehrer,
Schwefelstr. 22, 51427 Bergisch-
Gladbach, Telefon: (0 22 04) 6 27 73,
E-Mail: gottfried.adolph@t-online.de

Bauer, Waldemar

Dr., Wissenschaftlicher Assistent, Uni-
versität Bremen, Institut Technik und
Bildung (ITB), Am Fallturm 1, 28359
Bremen, Telefon: (04 21) 218-46 33,
E-Mail: wbauer@uni-bremen.de

Becker, Matthias

Prof. Dr., Juniorprofessor, Universität
Flensburg, Berufsbildungsinstitut Ar-
beit und Technik (biat), Auf dem Cam-
pus 1, 24943 Flensburg, Telefon: (04
61) 805-21 60,
E-Mail: becker@biat.uni-flensburg.de

Buck, Susanne Liane

Dipl.-Soz., Wissenschaftliche Mitar-
beiterin, Fraunhofer-Institut für Ar-
beitswirtschaft und Organisation
(Fraunhofer IAO), Nobelstraße 12,
70569 Stuttgart, Telefon: (07 11) 970-
21 23, E-Mail: susanne.schmidt@iao.
fraunhofer.de

Hahne, Klaus

Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Bundesinstitut für Berufsbildung
(BIBB), Robert-Schuman-Platz 3,
53175 Bonn, Telefon: (02 28) 107-14
22, E-Mail: hahne@bibb.de

Herkner, Volkmar

Dr., Vertretungsprofessor, Universität
Flensburg, Berufsbildungsinstitut Ar-
beit und Technik (biat), Auf dem Cam-
pus 1, 24943 Flensburg, Telefon: (04
61) 805-21 62, E-Mail:
volkmar.herkner@biat.uni-
flensburg.de

Hoppe, Manfred

Prof. Dr., Hochschullehrer, Universität
Bremen, Forschungsgruppe Praxisna-
he Berufsbildung (FPB), Wilhelm-
Herbst-Str. 7, 28359 Bremen, Telefon:
(04 21) 218-20 83,
E-Mail: fpbhoppe@uni-bremen.de

Hufnagel, Heike

Dipl.-Psych., Wissenschaftliche Mitar-
beiterin, Fraunhofer-Institut für Ar-
beitswirtschaft und Organisation
(Fraunhofer IAO), Nobelstraße 12,
70569 Stuttgart, Telefon: (07 11) 970-
20 43, E-Mail:
heike.hufnagel@iao.fraunhofer.de

Marwede, Manfred

ehem. Ministerialrat, Schulleiter, Wal-
ter-Lehmkuhl-Schule, Roonstraße 90,
24537 Neumünster, Telefon: (0 43 21)
2 50 92-12, E-Mail:
manfred.marwede@t-online.de

Mersch, Franz Ferdinand

Dipl.-Ing., Studienassessor (Oberstu-
fenzentrum Holztechnik, Berlin), Ri-
gaer Straße 39, 10247 Berlin, Telefon:
(030) 34 08 06 78, E-Mail:
ffmersch@web.de

Pack, Jochen

Dipl.-rer.-soc., Wissenschaftlicher
Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Ar-
beitswirtschaft und Organisation
(Fraunhofer IAO), Nobelstraße 12,
70569 Stuttgart, Telefon: (07 11) 970-
20 18, E-Mail:
jochen.pack@iao.fraunhofer.de

Vermehr, Bernd

Studiendirektor, Berufsschullehrer a. D.,
Achter Lüttmoor 28, 22559 Hamburg,
Telefon: (040) 81 86 46,
E-Mail: bvermehr@aol.com

Einladung zur Mitgliederversammlung 2006 der Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik e. V. im Rahmen der Hochschultage 2006 in Bremen

Zeit: Donnerstag, 15. März 2006
Beginn: 18.00 Uhr

Ort: Raum der Fachtagung

Folgende Tagesordnung ist geplant:

1. Formalia
2. Wahl des Protokollführers
3. Grundsätze der Tätigkeit und Bericht des Vorstandes
4. Bericht des Schatzmeisters
Bericht der Kassenprüfer
5. Die Entlastung und Neuwahl des Vorstandes
6. Die Bestellung besonderer Vertreter (gemäß § 6)
7. Die Wahl eines Landesvertreters und eines Stellvertreters aus jedem Bundesland
8. Die Wahl des Beirates für die Herausgabe von Materialien und Literatur
9. Die Wahl weiterer Beiräte für besondere Aufgaben
10. Verschiedenes

Ständiger Hinweis

Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik

Alle Mitglieder der BAG Elektrotechnik-Informatik und der BAG Metalltechnik müssen eine Einzugsermächtigung erteilen oder zum Beginn eines jeden Kalenderjahres den Jahresbeitrag (zur Zeit 27,- EUR eingeschlossen alle Kosten für den verbilligten Bezug der Zeitschrift *lernen & lehren*) überweisen. Austritte aus der BAG Elektrotechnik-Informatik bzw. der BAG Metalltechnik sind nur zum Ende eines Kalenderjahres möglich und müssen drei Monate zuvor schriftlich mitgeteilt werden.

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik-Informatik lautet:

BAG Elektrotechnik-Informatik

Geschäftsstelle, z. H. Herrn A. Willi Petersen

c/o biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik

Auf dem Campus 1

24943 Flensburg

Tel.: 0461 / 805 2155

Fax: 0461 / 805 2151

Konto-Nr. 7224025,

Kreissparkasse Süd-Holstein (BLZ 230 510 30).

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik lautet:

BAG Metalltechnik

Geschäftsstelle, z. H. Herrn Michael Sander

c/o Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung (FPB)

Wilhelm-Herbst-Str. 7

28359 Bremen

Tel.: 0421 / 218 4924

Fax: 0421 / 218 4624

Konto-Nr. 10045201,

Kreissparkasse Verden (BLZ 291 526 70).

Beitrittserklärung

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung

Elektrotechnik-Informatik e. V. bzw. Metalltechnik e. V.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt z. Z. 27,- EUR. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen z. Z. 15,- EUR gegen Vorlage eines jährlichen Nachweises über ihren gegenwärtigen Status. Der Mitgliedsbeitrag wird grundsätzlich per Bankeinzug abgerufen. Mit der Aufnahme in die BAG beziehe ich kostenlos die Zeitschrift *lernen & lehren*.

Name:Vorname:

Anschrift:

E-mail:

Datum:Unterschrift:

Ermächtigung zum Einzug des Beitrages mittels Lastschrift:

Kreditinstitut:

Bankleitzahl:Girokonto-Nr.:

Weist mein Konto die erforderliche Deckung nicht auf, besteht für das kontoführende Kreditinstitut keine Verpflichtung zur Einlösung.

Datum:Unterschrift:

Garantie: Diese Beitrittserklärung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich bei der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. bzw. der Fachrichtung Metalltechnik e. V. widerrufen werden. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die Absendung innerhalb dieser 10 Tage (Poststempel). Die Kenntnisnahme dieses Hinweises bestätige ich durch meine Unterschrift.

Datum:Unterschrift:

Bitte absenden an:

BAG Elektrotechnik-Informatik e. V., Geschäftsstelle:
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, z. H. Herrn
A. Willi Petersen, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg.

BAG Metalltechnik e. V., Geschäftsstelle:
Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung (FPB), z. H.
Herrn Michael Sander, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen.

lernen & lehren

Eine Zeitschrift für alle, die in

Betrieblicher Ausbildung,
Berufsbildender Schule,
Hochschule und Erwachsenenbildung sowie
Verwaltung und Gewerkschaften
in den Berufsfeldern Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik tätig sind.

Inhalte:

- Ausbildung und Unterricht an konkreten Beispielen
- Technische, soziale und bildungspolitische Fragen beruflicher Bildung
- Besprechung aktueller Literatur
- Innovationen in Technik-Ausbildung und Technik-Unterricht

lernen & lehren erscheint vierteljährlich, Bezugspreis EUR 25,56 (4 Hefte) zuzüglich EUR 5,12 Versandkosten (Einzelheft EUR 7,68).

Von den Abonnenten der Zeitschrift lernen & lehren haben sich allein über 600 in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik-Informatik e. V. sowie in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e. V. zusammengeschlossen. Auch Sie können Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden. Sie erhalten dann lernen & lehren zum ermäßigten Bezugspreis. Mit der beigefügten Beitrittserklärung können Sie lernen & lehren bestellen und Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden.

Folgende Hefte sind noch erhältlich:

- | | | |
|---|---|--|
| 58: Lernfelder in technisch-gewerblichen Ausbildungsberufen | 65: Kfz-Service und Neuordnung der Kfz-Berufe | 73: Neue Technologien und Unterricht |
| 59: Auf dem Weg zu dem Berufsfeld Elektrotechnik/Informatik | 66: Dienstleistung und Kundenorientierung | 74: Umsetzung des Lernfeldkonzeptes in den neuen Berufen |
| 60: Qualifizierung in der Recycling- und Entsorgungsbranche | 67: Berufsbildung im Elektrohandwerk | 75: Neuordnung der Metallberufe |
| 61: Lernfelder und Ausbildungsreform | 68: Berufsbildung für den informatisierten Arbeitsprozess | 76: Neue Konzepte betrieblichen Lernens |
| 62: Arbeitsprozesswissen – Lernfelder – Fachdidaktik | 69: Virtuelles Projektmanagement | 77: Digitale Fabrik |
| 63: Rapid Prototyping | 70: Modellversuchsprogramm „Neue Lernkonzepte“ | 78: Kompetenzerfassung und -prüfung |
| 64: Arbeitsprozesse und Lernfelder | 71: Neuordnung der Elektroberufe | 79: Ausbildung von Berufspädagogen |
| | 72: Alternative Energien | 80: Geschäftsprozessorientierung |

Bezug über:

Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft GmbH
Postfach 1559, 38285 Wolfenbüttel
Telefon (05331) 80 08 40, Fax (05331) 80 08 58

Von Heft 16: „Neuordnung im Handwerk“ bis Heft 56: „Gestaltungsorientierung“ ist noch eine Vielzahl von Heften erhältlich.
Informationen über: Donat Verlag, Borgfelder Heerstraße 29, 28357 Bremen, Telefon (0421) 27 48 86, Fax (0421) 27 51 06